



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SARI SAHLBERG
ELINKAARIKUSTANNUSLASKENTA JULKISESSA
RAKENNUSHANKKEESSA

Diplomityö

Tarkastajat: professori Kalle Kähkönen
ja DI Juhani Heljo
Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen tiedekunta-
neuvoston kokouksessa 3. kesäkuuta
2015

TIIVISTELMÄ

SARI SAHLBERG: Elinkaarikustannuslaskenta julkisessa rakennushankkeessa
Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 57 sivua, 6 liitesivua
Helmikuu 2016
Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Pääaine: Rakennustuotanto
Tarkastajat: professori Kalle Kähkönen ja DI Juhani Heljo

Avainsanat: elinkaarikustannuslaskenta, kustannuslaskenta, LCC, herkkyysanalyysi, julkinen rakennuttaja

Tämän diplomityön tarkoituksena on tutkia elinkaarikustannuslaskennan soveltuvuutta ja käyttöä julkiseen rakennushankkeeseen. Tutkimuksen aihetta käsitellään Espoon Tilakeskus-liikelaitoksen näkökulmasta. Elinkaarikustannuslaskentaa ei ole aiemmin käytetty Espoon Tilakeskuksen rakentamiskustannusten tarkastelussa. Tarkasteltavat kustannukset ovat sisältäneet ainoastaan rakennuskustannukset mahdollisine rahoituskului-
neen ilman käytön ja ylläpidon aikaisia kustannuksia. Kustannuksia ei ole myöskään tarkasteltu pidemmän aikavälin näkökulmasta ja sen vaikutuksista päätöksentekoon.

Tässä työssä on tarkoitus tutkia yhden rakennushankkeen ja elinkaarikustannuslaskentaohjelman avulla elinkaarikustannusten vaikutusta niin taloudellisessa kuin päätöksentekoa mielessä. Tutkimuksessa etsitään herkkyysanalyysin kriittisiä pisteitä, jotka vaikuttavat investoinnin kannattavuuteen.

Tutkimuksessa käytetään lähtöarvoina Espoon Suurpeltoon kesäkuussa 2015 valmistuneen kohteen KOY Opinmäki Kampus kustannuksia ja tuottoja. Elinkaaren tarkasteluajoiksi on määritetty 25 ja 50 vuotta.

Tutkimuksessa havaittiin, että jokainen elinkaarikustannuslaskenta antoi investoinnin kannattavuudesta määritellyllä lähtötekijöillä positiivisen tuloksen. Näin ollen investointi on ollut kannattava tehdä. Herkkyysanalyysissä investoinnin kannalta tärkeiden kannattavuustekijöiden arvoja muutettiin epäedullisiksi ja kannattavuutta arvioitiin uudestaan muutosten kautta. Herkkyysanalyysistä selvisi, että investoinnin kannattavuus tässä hankkeessa ei ollut herkkä pienille muutoksille.

Tutkimuksessa todettiin valitun ohjelmiston olevan käyttökelpoinen julkisen rakennuttajan elinkaarikustannuslaskentaan.

ABSTRACT

SARI SAHLBERG: Life cycle costing in a public building project

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 57 pages, 6 Appendix pages

February 2016

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Construction Production

Examiners: Professor Kalle Kähkönen and M.Sc. Juhani Heljo

Keywords: life cycle costing, cost accounting, LCC, sensitivity analysis, public constructor

The purpose of this thesis is to study the suitability of life-cycle cost analysis as a method of feasibility studies for public construction projects. The thesis research is done from the Espoo Premises Department's (public utility) point of view. Life cycle costing has not been previously used by the city of Espoo to examine the construction costs. The previous calculations have included only construction costs and possible finance costs, excluding costs of operations and maintenance. Costs have not been analysed over a longer time, thus operational and maintenance costs have not influenced decision making.

In this thesis the plan is to research one construction project using a life-cycle costing software and to see the effects of life-cycle costing analysis on project economics and investment decision. In the research sensitivity analyses will be used to find the break-even points of variables affecting the overall profitability of the investment project.

The costs and incomes of the Opimäki campus, completed June 2015 in Espoo, are used as input values of the research. The term of the life-cycle costing analyses have been defined to 25 and 50 years.

The research showed that all the life-cycle costing scenarios analysed were profitable. Hence the decision to invest proved to be right. In sensitivity analyses all crucial variables were changed to more unfavourable to see the effect on life-cycle profitability. The sensitivity analyses showed that this investment project wasn't sensitive to small changes.

The software used in the research was found useful in public building owner's life-cycle cost analysis.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Espoon kaupungin Teknisen ja ympäristötoimen Tilakeskusliikelaituksen toimeksiannosta Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitokselle. Työ on tehty rakennustekniikan laitoksen professori Kalle Kähkösen valvonnassa. Työn ohjaajana toimivat diplomi-insinööri Juhani Heljo Tampereen teknillisestä yliopistosta ja diplomi-insinööri Pekka Vikkula Espoon kaupungin teknisestä ja ympäristötoimialasta. Kiitän heitä kaikkia työni ohjaamisesta ja hyvistä neuvoista. Haluan myös kiittää toimitusjohtaja Jens Westerbladhia DataPartner Oy:stä. Hän mahdollisti ohjelman käyttööni tutkimusta varten ja tarvittavan ohjelmakoulutuksen sekä antoi paljon omaa aikaansa käydessämme yhdessä läpi eri laskentavaihtoehtoja. Lämmin kiitos aviomiehelleni Hannulle, joka jaksoi kannustaa minua koko opiskeluajan.

Helsingissä, 5.2.2016

Sari Sahlberg

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta ja lähtökohdat.....	1
1.2	Aikaisemmat tutkimukset ja aineisto	1
1.3	Tutkimuksen tavoitteet ja työn rajaukset	2
1.4	Tutkimustyön rakenne	2
2.	ELINKAARIKUSTANNUSLASKENTA.....	3
2.1	Taustaa	4
2.2	Elinkaarikustannuslaskennan osia.....	6
2.2.1	Rakennuskustannukset	6
2.2.2	Rahoituskustannukset.....	7
2.2.3	Tuotot	7
2.2.4	Ylläpitokustannukset.....	7
2.2.5	Energia ja energiatehokkuuden parantaminen	9
2.2.6	Vuosikorjaus- ja perusparannuskustannukset	11
2.2.7	Jäännösarvo ja purkukustannus.....	12
2.2.8	Herkkyysanalyysit.....	13
2.3	Elinkaarikustannus, LCC	14
3.	VALITTU LASKENTAOHJELMISTO.....	16
3.1	Invest for Excel®	16
3.2	Ohjelman ominaisuuksia	18
4.	CASE KOY OPINMÄKI KAMPUS	20
4.1	Julkisen rakennushankkeen ominaispiirteitä.....	20
4.2	Tilaajan esittely	21
4.3	Hankkeen esittely	22
4.4	Laskennassa käytettävä aineisto.....	24
4.5	Aikaisempien tutkimusten hyödyntäminen	24
4.5.1	Korjausvelkaindeksi.....	25
4.5.2	Tekninen arvo ja jälleenhankinta-arvo (JHA).....	26
4.5.3	Hankkeessa käytetyt arvot	27
5.	ELINKAARIKUSTANNUSLASKENNAN TULOKSET JA ANALYSOINTI...30	
5.1	Otteita ja havaintoja kohteen laskennasta	30
5.2	Tulokset.....	33
5.3	Herkkyysanalyysit.....	38

5.4	Valitun ohjelman käytettävyys.....	44
5.5	Valitun ohjelman hyödyllisyys.....	46
6.	TUTKIMUKSEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	48
6.1	Yhteenveto	48
6.2	Elinkaarikustannuslaskennan käyttöönotto Tilakeskuksen näkökulmasta...	50
6.3	Jatkotutkimusaiheita.....	52
	LÄHTEET.....	54

LIITEET:

Liite 1. Kannattavuusanalyysi 25 vuoden elinkaaritarkastelujaksolla

Liite 2. Kannattavuusanalyysi 50 vuoden elinkaaritarkastelujaksolla

Liite 3. Kannattavuusvertailutaulukko 25 ja 50 vuoden elinkaarilaskelmista

Liite 4. Kannattavuusvertailu kaaviona nettonykyarvon ja takaisinmaksuajan suhteen

Liite 5. Investointiehdotuslomake

MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET

Bruttovuokra	kokonaisvuokra, joka voi olla kiinteä summa tai vaihdella yrityksen liikevaihdon mukaan. Vuokra voi olla myös näiden kahden yhdistelmä.
Diskonttaus	tarkoittaa tulevaisuuden rahavirran nykyarvon laske- mista.
Elinkaari	rakennuksen elinkaari alkaa tilaajan tarpeista, jatkuu suunnittelun ja rakentamisen kautta rakennuksen käyttöön ja päättyy lopulta rakennuksen purkamiseen. Tässä työssä tarkastellaan hankkeen 25 ja 50 vuoden elinkaarta.
Elinkaarikustannus	(LCC, engl. <i>Life cycle cost</i>) tarkoittaa rakennuksen, järjestelmän tai laitteen elinkaaren hankinta-, käyttö-, kunnossapito- ja uusimiskustannusten nykyarvojen summaa.
Elinkaarikustannuslaskenta	on menetelmä, jolla selvitetään omistamisesta, käytöstä, ylläpidosta ja käytöstä poistamisesta aiheutuvat kustannukset.
Elinkaarilaatu	tarkoittaa ominaisuuksien elinkaarenaikaista säilymistä suunnitellun mukaisina.
FCFE	(engl. <i>Free cash flow to equity</i>) tarkoittaa tässä työssä käytettävän laskentaohjelman mukaan, omaan pääomaan kohdistuvaa vapaata kassavirtaa.
Hanke	tarkoittaa tässä työssä rakennushanketta, rakennusta.
Herkkyysanalyysi	(herkkyystarkastelu) on laskentamenetelmä, jolla voidaan selvittää kuinka paljon investoinnin kannattavuus muuttuu, kun tiettyä lähtökohta-asetusta muutetaan.
Indeksi	tarkoittaa suhdelukua, joka kuvaa muuttujan suhteellista muutosta tietyn perusjakson suhteen. Indeksipisteluku kertoo, kuinka monta prosenttia kyseessä olevan ajankohdan tarkasteltava muuttuja on perusjakson vastaavasta muuttujasta.
Inflaatio	tarkoittaa yleisen hintatason nousua.
Investointikustannus	(tai investointi) tarkoittaa tässä rahamäärää, jotka ovat hankkeen toteutumisen seurauksena maksettaviksi tulevia kokonaiskustannuksia.

Jäännösarvo	kuvaa investoinnin arvoa investointiajanjakson lopulla. Jäännösarvo voi olla negatiivinen, jos kohteen hävittäminen aiheuttaa kustannuksia.
Kiertotalous	pyrkii maksimoimaan tuotteiden, komponenttien ja materiaalien sekä niihin sitoutuneen arvon kiertoa taloudessa mahdollisimman pitkään. Kiertotaloudessa tuotanto ja kulutus synnyttävät mahdollisimman vähän hukkaa ja jätettä.
Kestoikä	on se rakenteen valmistuksen tai asennuksen jälkeinen aika, jonka rakenne säilyttää korjattavuutensa siten, että se vielä käyttöiän päätyttyä on taloudellisesti ja teknisesti mahdollista palauttaa peruskorjaamalla käyttökelpoiseksi.
Kustannusarvio	tarkoittaa tässä työssä hankkeesta eri suunnitteluvaiheissa laskettua rakennushankkeen kokonaishintaa, ilman ylläpidon- ja käytönaikaisia kustannuksia.
Käyttöikä	(teknistaloudellinen elinkaaren pituus) tarkoittaa käyttönoton jälkeistä aikaa, jona rakenteen tai rakennusosan kaikki toimivuusvaatimukset täyttyvät, kun kohdetta hoidetaan, huolletaan ja kunnossapidetään suunnitelmallisesti ja ohjeiden mukaan.
Nettonykyarvo	(NPV, engl. <i>Net Present Value</i>) on diskontattujen kassavirtojen summa vähennettynä diskontatuilla investoinneilla.
Nettovuokra	on bruttovuokra vähennettynä pääomakustannukset.
Nykyarvo	saadaan, kun investoinnista kertyvät tuotot ja kustannukset diskontataan investoinnin suoritusajankohtaan.
Nykyarvomenetelmä	on laskentamenetelmä, jossa kaikki investoinnista aiheutuvat tuotot ja kustannukset diskontataan valitulla laskentakorkokannalla nykyhetkeen.
Laskentakorko	tarkoittaa tässä työssä investoitavan pääoman tuottovaatimusta. Tämä vastaa sitä vuosittaista tuottoa, joka vaaditaan vastaavan tyyppisiltä investoinneilta. Korko toimii rahan aika-arvona. Katso kohdasta WACC. Laskentakorossa on huomioitu inflaatio, koska laskelmat tehdään nimellisarvoilla.
Perusparannus	(ajanmukaistaminen) tarkoittaa kiinteistön laatutason muuttamista olennaisesti alkuperäistä tasoa paremmaksi. Perusparannuksella saadaan kiinteistö vastaa-

	maan tämän päivän toiminnallisia ja lainsäädännöllisiä vaatimuksia.
Pääomavuokra	vuokra, jolla katetaan pääomakustannukset. Pääomavuokralla tarkoitetaan kiinteistöön sidotulle pääomalle asetettua tuottovaatimusta, jolla katetaan sijoituksen pääomakustannukset.
Sisäinen korkokanta	(IRR, engl. <i>Internal Rate of Return</i>) korkokanta, jolla diskontattujen tulevien kassavirtojen summa on yhtä suuri kuin hankintameno. Toisin sanoen vastaa sitä laskentakorkoa, jolla investoinnin nettonykyarvo on 0.
Sisäisen korkokannan menetelmä	on laskentamenetelmä, jolla etsitään sisäistä korkokantaa eli korkokantaa, jolla investoinnin nykyarvo on 0.
Subventio	(tukipalkkio) on valtion varoista maksettava taloudellinen tuki jonkin tuotteen hinnan alentamiseksi tai tuotannon kannattavuuden parantamiseksi.
Takaisinmaksuaika	on se vuosissa mitattava aika, joka investoinnin on tuotettava kunnes nettonykyarvo on 0.
Taloudellinen pitoaika	on aikaväli rakennuksen valmistumisesta ensimmäiseen peruskorjaukseen tai kahden peräkkäisen peruskorjauksen väli. Pitoaika on investoinnin arvioitu elinikä sen taloudellinen ja tekninen vanhentuminen huomioonottaen.
Tilakeskus-liikelaitos	Espoon kaupungin omistama tilaaja- ja omistajatehtäviä hoitava kunnallinen liikelaitos, joka huolehtii kaupungin toimitilojen ja rakennusten hankkimisesta ja ylläpidosta. Myöhemmin tekstissä Omistaja.
Tilikausi	ajanjakso, jolta kirjanpitovelvollisen tulos lasketaan. Tilikausi on yleensä 12 kuukautta.
Tuotto	on sijoitetulle pääomalle saatu korvaus. Sijoituksen tuotto voidaan ilmaista rahamääräisenä tai prosentteina sijoitetusta pääomasta.
WACC	(engl. <i>Weighted Average Cost of Capital</i>) on painotettu keskimääräinen pääomakustannus. Laskentakorkoa määritettäessä huomioidaan oman pääoman tuottovaatimus sekä oman ja vieraan pääoman suhde.
Ylläpitovuokra	vuokra, jolla katetaan ylläpitokustannukset ja pääoman erilliskustannukset.

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta ja lähtökohdat

Rakennuslaskennalla käytetään perinteistä kustannuslaskentaa rakennushankkeen rakennuskustannusten määrittämiseen. Perinteinen kustannuslaskenta pohjautuu Talo 80, Talo 90 ja Talo 2000 nimikkeistömenetelmiin ja näiden sovelluksiin. Tämä perinteinen laskentatapa ei ota huomioon rakennushankkeen elinkaarenaikaisia kustannuksia. Elinkaarikustannuslaskennalla selvitetään omistamisesta, käytöstä, ylläpidosta ja lopulta käytöstä poistamisesta aiheutuvat kustannukset.

Tilakeskus-liikelaitos vastaa Espoon kaupungin toimitilojen ja rakennusten hankkimisesta ja ylläpidosta. Tutkimusongelmana on hankkeiden kustannusten arvioinnin painottuminen rakennuskustannuksiin elinkaarikustannusten sijaan. Tällä hetkellä kustannukset pääosin arvioidaan tila- ja rakennusosapohjaiseen hinnoitteluun perustuen, käyttäen Haahtela- kehitys Oy:n Kustannustieto Taku®- ohjelmistoa. Nyt hankkeissa ei ole osoitettavissa elinkaarenaikaisten kustannusten vaikutusta. Tulevaisuudessa uusia toimintatapoja toteutustapoja kehitetään hankkeiden laadun ja kustannustehokkuuden parantamiseksi sekä aikataulujen nopeuttamiseksi. Tällöin on hankkeiden koko elinkaaren kokonaistaloudellisuus huomioitava.

1.2 Aikaisemmat tutkimukset ja aineisto

Elinkaarikustannuslaskennasta julkisen puolen rakennushankkeissa on saatavilla vähän kattavaa tutkimusaineistoa. Elinkaarikustannuslaskentaa on käsitelty useissa tutkimuksissa¹ eri näkökohdista, mutta selkeitä ja yhtenäisiä pelisääntöjä laskennalle ei ole määritetty. Yhtenä tutkimushankkeena oli vuonna 2007, VTT:n (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy) teettämä Talotekniikan tulevaisuuden elinkaaripalvelut (CubeNet) - tutkimus. Tuossa tutkimuksessa on pyritty kehittämään erilaisia laskentapohjia elinkaarikustannuslaskentaa varten [2].

Tutkimusaineistona tässä työssä käytetään alan kirjallisuutta, tilastoja, artikkeleja ja kohdeyrityksen arkistoja.

¹Esimerkiksi GBC Finland (Green Building Council Finland) on julkaissut Rakennusten elinkaarimittarit 2013- raportin, jossa on luotu periaatteita elinkaarikustannuslaskentaan, sivut 41- 44 [1]. Lisäksi tekniikan tohtori Arto Saari on tehnyt tutkimusta VTT:n projektissa aiheena Elinkaarikustannusten laskenta (luonnos 23.8.2004) [13].

1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja työn rajaukset

Tällä tutkimuksella halutaan selvittää julkisen rakennushankkeen elinkaarikustannuksia ja niiden vaikutusta. Lisäksi tutkitaan käytettävän laskentaohjelman soveltuvuutta julkisen rakennushankkeen elinkaarikustannuslaskentaan. Elinkaarikustannukset arvioidaan yhdellä markkinoilla olevalla elinkaarikustannuslaskentaohjelmalla ja case kohteen avulla.

Tutkimus kertoo, millaisilla tekijöillä on vaikutusta elinkaarikustannusten vaihteluun rakennushankkeessa. Tutkimuksen tuloksena annetaan suositus kuinka elinkaarikustannuslaskenta voidaan ottaa osaksi Tilakeskus – liikelaitoksen nykyistä kustannuslaskentaa. Tuloksena arvioidaan myös elinkaarikustannuslaskentaohjelman jatkokäytön hyödyllisyys sekä investointilaskennassa että päätöksenteossa.

Tutkimus rajataan koskemaan Espoon kaupungin Tilakeskus – liikelaitoksen rakennushankkeen elinkaarikustannuslaskentaa Invest for Excel® - ohjelmistolla. Tutkimuksessa käytetään case kohteena Espoon Suurpellossa sijaitsevaa KOY Opinmäki Kampusta. Hankkeen elinkaarikustannuksissa ei huomioida ympäristövaikutusten kustannuksia. Elinkaarikustannuksissa otetaan huomioon muun muassa rakennus-, rahoitus- ja oman pääoman kustannukset, vuokratuotot sekä inflaatio-odotus.

1.4 Tutkimustyön rakenne

Tutkimustyön varsinaisen teoriaosan muodostavat luvut 2 ja 3. Luvussa 2 esitellään elinkaarikustannuslaskentaa yleisellä tasolla, määritelmiä ja taustatietoa. Lisäksi perehdytään pintapuolisesti yhteen elinkaarilaskennan alueeseen: elinkaarikustannuslaskentaan (Life Cycle Costing, LCC). Luvussa 3 tarkastellaan laskennassa käytettävää ohjelmistoa Invest for Excel® ja sen eri ominaisuuksia.

Empiirisen osan muodostavat luvut 4 ja 5. Luvussa 4 esitellään laskennassa käytettävä esimerkkikohde KOY Opinmäki Kampus ja laskenta-aineisto. Samassa luvussa käydään läpi julkisen rakennushankkeen ominaispiirteitä ja aiemmin Espoon kaupungille tehdyn tutkimuksen hyödyntämistä hankkeen elinkaarikustannuslaskennassa.

Kohteen elinkaarikustannuslaskennasta esitetään tulokset ja analysointi luvussa 5. Tutkimuksen arviointia ja johtopäätöksiä tarkastellaan luvussa 6. Siinä pohditaan myös elinkaarikustannuslaskentaohjelmiston jatkokäytön hyödyllisyyttä julkisessa rakennushankkeessa ja esitetään lopuksi jatkotutkimusaiheita.

2. ELINKAARIKUSTANNUSLASKENTA

Elinkaarikustannuslaskennalle on Suomessa olemassa selkeä tilaus. Niin julkisen kuin yksityisen sektorin on panostettava tulevaisuudessa yhä enemmän rakennushankkeiden elinkaarikustannuksiin pelkkien investointikustannusten sijaan. Nykyinen kustannuslaskenta ei tule tulevaisuudessa olemaan riittävää. Se ei anna tarpeeksi kattavaa tietoa omistajille rakennusten käytönaikaisista kuluista, ylläpidosta tai korjauskuluista eikä sen avulla voida tehdä päätöksiä rakennusten jatkokäytöstä.

Elinkaarikustannuslaskennan avulla päästään syvemmälle hankkeen suunnittelussa, mikäli laskentaa tehdään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Silloin voidaan paremmin vaikuttaa hankkeeseen valittaviin ominaisuuksiin kuten esimerkiksi energiatalouteen, rakennusosien ja -materiaalien valintaan, kiertotalouteen sekä muuntojoustaviin teknisiin järjestelmiin.

Nykyisin rakennushankkeisiin valitaan enenevässä määrin uusia uusiutuvan energian muotoja ja samalla mietitään niiden ympäristövaikutuksia. Julkisiin rakennushankkeisiin on yhä enemmän suunniteltu ja tehty aurinkoenergiaan perustuvia järjestelmiä. Auringsäteilyn lämmöksi muuntavia aurinkokeräimiä ja/tai sähköksi muuntavia aurinkopaneeleja. Näillä pyritään tasaamaan ostettavan verkkosähkön kustannuksia. Toinen järjestelmä, jota julkisissa rakennushankkeissa pyritään hyödyntämään, on maalämpö. Maalämpöä käytetään rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen. Näillä järjestelmillä on selkeä vaikutus elinkaarikustannuksiin.

Elinkaarikustannuslaskenta vaatii omistajia huomioimaan rakennusten PTS-suunnittelun jo varhaisessa vaiheessa. Sen avulla hankkeen elinkaarelle määritetään korjaustoimenpiteiden ajankohdat ja arvioidaan kustannukset. Useat PTS:t on tehty vasta valmistuneisiin rakennuksiin eikä silloin suunnitteluvaiheessa valittujen järjestelmien kustannusvaikutuksia voida arvioida kovinkaan realistisesti elinkaaren aikana.

Elinkaarikustannuslaskenta sisältää paljon epävarmuuksia. Niitä ovat muun muassa tulevaisuuden rahavirtojen ennustettavuus, omistajien tekemät päätökset, käyttötarkoituksen muuttuminen kesken elinkaaren, suhdanteet, määritellyt lähtöarvot ja inflaation vaikutus pitkällä aikavälillä. Elinkaarikustannuslaskenta tehdään joko nimellisillä tai reaalisilla suureilla ja kaikki laskenta-arvot tulee ilmoittaa samanlaisina suureina.

2.1 Taustaa

Elinkaarikustannuslaskennalle ei Suomessa ole yleisesti käytettävää mallia. Yhtenä ongelmana elinkaarikustannuslaskennan jalkautumiseen kuntasektorille on se, että rakentamiseen ja käyttövaiheeseen on eri budjetit. Niitä voi hallita eri toimialat, jolloin yhteistyön merkitys korostuu entisestään. Toinen puute on yhtenäisen elinkaarilaskentaohjelmiston käyttöönotto. Markkinoilla on nykyään saatavilla muutamia elinkaarikustannuslaskentaan suunniteltuja ohjelmistoja ja monet yritykset tekevät niitä myös omiin tarpeisiinsa. Tässä työssä tutkimme elinkaarikustannuksia yhdellä markkinoilta saatavalla ohjelmistolla, Invest for Excel®.

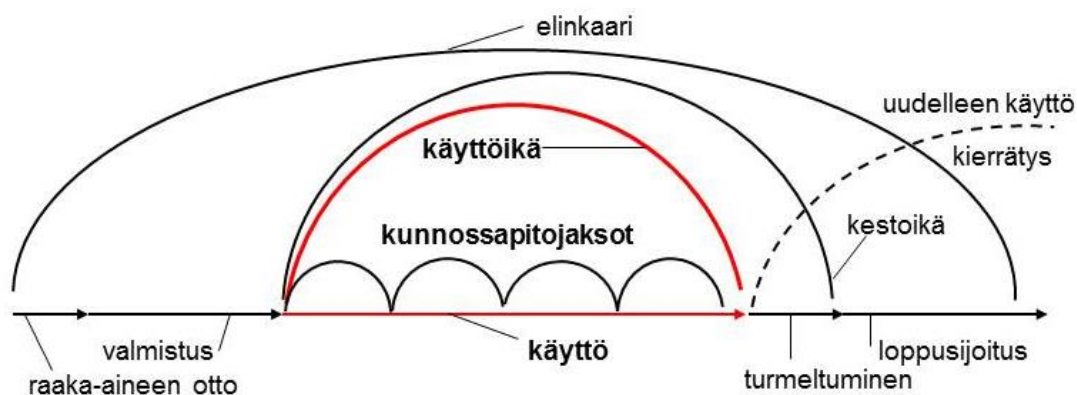
Elinkaarikustannusten huomioiminen jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa on tärkeää, sillä päätöksenteossa elinkaarinäkökulma yleistyy. Elinkaarisuunnittelun tehtäväluetteloon Elink12 [21] mukaan tarveselvitysvaiheessa määritellään alustavasti hankkeen elinkaari- ja energiatarvotteet. Hankesuunnitteluvaiheessa näitä tavoitteita täsmennetään raportein ja selvityksin. Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään elinkaarikustannuslaskenta ja yleissuunnitteluvaiheessa simuloidaan hankkeen kokonaisenergian kulutusta.

Kuntasektorin hankintoja ohjaava hankintalaki ottaa kantaa elinkaarikustannuksiin uudistuvassa Hankintalain kokonaisuudistuksen valmisteluryhmän mietinnössä, pykälässä 95. Siinä ehdotetaan säädettäväksi elinkaarikustannusten arvioimisesta tarjousten vertailussa. Lainkohdan avulla hankintayksiköt voivat huomioida tarjousvertailussa hankinnan vaikutuksia myös laajemmin kuin pelkän hankintakustannuksen osalta [19].

Tutkitusta kirjallisuudesta käy selville, kuinka kirjavaa investointilaskennan ja elinkaarikustannuslaskennan termien käyttö on. Selkeää eroa näiden termien välille ei ole määritelty vaan termejä käytetään osittain sekaisin. Pelkästään sanaa investointi tunnutaan käyttävän hyvin epämääräisesti. Elinkaarikustannuslaskennan katsotaan sisältyvän investointilaskentaan. Elinkaarikustannuslaskenta lasketaan samoilla menetelmillä kuten investointilaskenta. Menetelminä käytetään muun muassa nykyarvo-, sisäisen korkokannan- ja takaisinmaksuajan menetelmää. Näillä laskentamenetelmillä tutkitaan investoinnin kannattavuutta ja tulosten vaikutusta päätöksentekoon.

Elinkaarikustannuslaskenta suoritetaan hankkeelle ennalta määritetyn elinkaaren pituisena jaksena. Rakennushankkeen tarkasteltavana elinkaarijaksona voidaan käyttää joko rakennusosien käyttöikä-laskennan kautta saatavaa teknistaloudellista elinkaaren pituutta tai omistajan määrittelemää pitoaika. Myyryläisen [4 s.24] mukaan teknistaloudellinen elinkaaren pituus eli käyttöikä voidaan määritellä rakennusinvestoinnin rakennusosien suhteellisten osuuksien ja rakennusosien käyttöikien perusteella. Tavallisena tarkasteluaikana rakennushankkeelle voidaan pitää 25- 50 vuotta. Usein tarkasteluaika on sama kuin investointikohteen taloudellinen pitoaika.

Kuvassa 1 esitetään rakennusosan tai tuotteen erilaisia elinkaaria aina raaka-aineen otosta loppusijoitukseen ja siihen liittyviä käsitteitä.



Kuva 1. Elinkaareen liittyviä käsitteitä.

Elinkaaren katsotaan alkavan raaka-aineen käyttöönotosta ja päättyvän uudelleenkäyttöön, kierrätykseen tai loppusijoituspaikkaan. Rakennuksen elinkaari alkaa tarvesuunnittelusta ja päättyy rakennuksen käyttövaiheen jälkeen rakennuksen purkamiseen ja jätteiden hyödyntämiseen [4]. Käyttöikä tarkoittaa ajanjaksoa, jonka aikana rakennus ja rakennusosat täyttävät niille asetetut tekniset toimivuusvaatimukset. Kunnossapitajakso tarkoittaa keskimääräistä aikaväliä, jonka jälkeen määrätty kunnossapitotoimenpide toistetaan [29]. Kestoikä päättyy silloin, kun rakennus tai rakennusosa turmeltumisen vuoksi tulee käyttökelvottomaksi ja päättyy kierrätyksen kautta uudelleen käytettäväksi tai loppusijoituspaikkaansa.

Tulevaisuudessa rakennusten suunnittelussa tulee ottaa huomioon kiertotalous. Siinä materiaalien hukkaaminen ja jätteen syntyminen on minimoitu. Rakentamisen aikana syntyvää materiaalihukkaa on 10- 15 % [35]. Kiertotaloudessa resurssien ja materiaalien käyttöä tehostetaan niin, että sekä raaka-aineet että niiden arvo säilyvät kierrossa. Käytännössä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että tuote on suunniteltu niin, että materiaalit ovat eroteltavissa ja kierrätettävissä. [33]

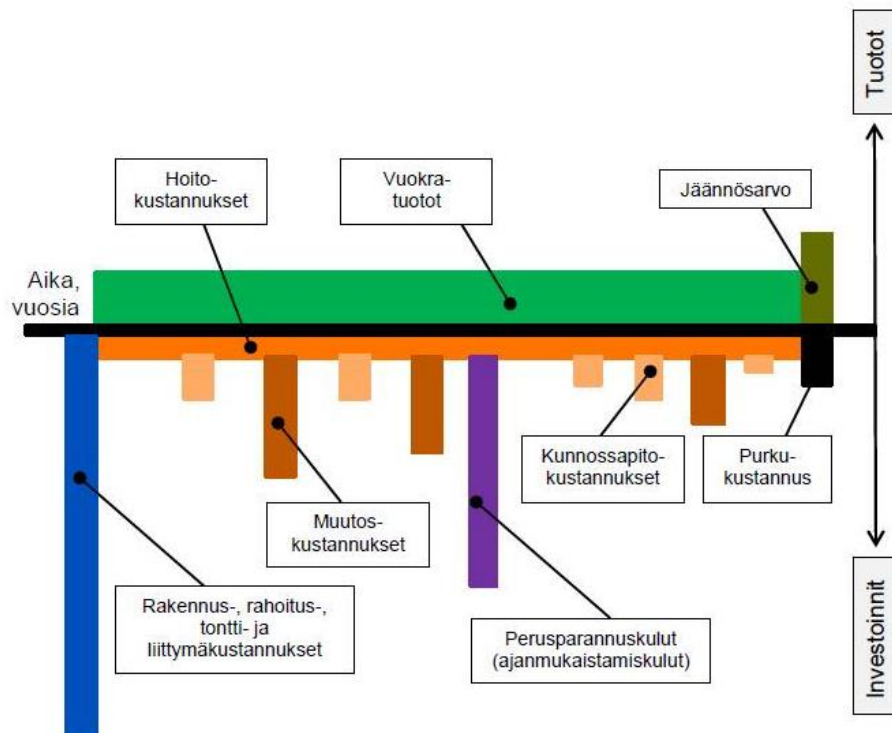
Kiertotalouden suurin arvopotentiali ei ole materiaalivirroissa tai jätteessä. Niitä arvokkaampia hyödyntämistapoja ovat laitteiden huolto, uudelleenkäyttö ja uudelleenvalmistus. Lähtökohtana tulisikin olla arvon mahdollisimman tehokas kierto ja jätteen synnyn ehkäisy, ei siis jätteen määrällisesti mahdollisimman suuri hyödyntäminen raaka-aineena tai energiana. [33] Kierrätyksessä, johon kiertotalous helposti sekoitetaan, keskitytään puolestaan löytämään käyttötarkoituksia jo syntyneelle jätteelle. [34]

Elinkaarikustannuslaskennan avulla voidaan huomioida vaihtoehtoisten ratkaisujen elinkaarivaikutukset perinteisen investointipainotteisen päätöksenteon sijaan ja löytää

elinkaarikustannuksiltaan edullisin vaihtoehto [2]. Elinkaarikustannuslaskennan tavoitteena on kuvastaa sitä, mitä kiinteistön omistaja todellisuudessa joutuu maksamaan rakennuksen elinkaaren aikana. Elinkaarikustannuslaskenta mahdollistaa toteutusvaihtoehtojen koko elinkaaren kustannusten vertailemisen ja elinkaaren aikaisen kustannusrakenteen kehittämisen [1]. Elinkaarikustannuslaskentaa voidaan suorittaa niin uudisrakennus- kuin korjausrakennushankkeisiin sekä yksittäisten rakennusosien osalta. Tässä työssä tutkitaan uudisrakennuksen elinkaarikustannuksia.

2.2 Elinkaarikustannuslaskennan osia

Rakennushankkeen elinkaarikustannuslaskennassa huomioidaan kuvan 2 mukaisesti tuotot, rakennus-, ylläpito- (huolto ja kunnossapito), muutos- ja perusparannuskustannukset sekä jäännösarvo [32]. Jos jäännösarvoa ei ole, tulee hankkeen purkukustannus ottaa huomioon laskennassa investointina.



Kuva 2. Kiinteistön elinkaarikustannukset ja –tuotot, kun rakennus pidetään purkamiseen asti. Muokattu [13 s.4].

2.2.1 Rakennuskustannukset

Julkisen rakennuttajan näkökulmasta rakennuskustannukset muodostuvat rakennuttajan kustannuksista, rakennusteknisten-, LVIA- ja sähkötöiden kustannuksista, erillishankinnoista, toimintavarustuksesta, rakennusajan rahoituskuluista ja hankevarauksista. Rakennuttajan kustannukset sisältävät muun muassa hankkeen eri suunnitteluvaiheiden

suunnittelukustannuksia, tontti- ja liittymäkustannuksia sekä toteutusvaiheen valvonnan kustannuksia. Hankevarauksiin voidaan sisällyttää kustannusten nousu- ja/tai riskivaroja.

Elinkaarikustannuslaskennassa käytettävät rakennuskustannukset voivat olla tavoitehinta- tai rakennusosapohjaisia kustannuksia riippuen suunnitteluvaiheesta, jossa laskentaa suoritetaan. Ne voivat perustua myös saatuihin tarjoushintoihin. Mikäli lasketaan jo olemassa olevan rakennuksen rakennuskustannuksilla, tulee ne muuntaa laskentahetken nykyarvoon käyttämällä diskonttaustekijää. Rakennuskustannukset ovat kertaluonteisia investointikuluja, joten ne huomioidaan tässä elinkaarikustannuslaskelmassa miinusmerkkisenä.

2.2.2 Rahoituskustannukset

Vieraalla pääomalla rahoitettavassa rakennushankkeessa tulee rahoituskustannukset huomioida elinkaarikustannuslaskennassa. Tällä on vaikutusta laskentakoron (WACC diskonttauskorko) määrittämiseen, jossa huomioidaan oman pääoman tuottovaatimuksen lisäksi oman ja vieraan pääoman suhde sekä lainan korko. Rakennusaikaisten rahoituskulujen osuus tulee hankkeen kustannuslaskennassa huomioida jo rakennuskustannuksissa, kuten tässä työssä on tehty. Elinkaarikustannuslaskelmassa rakennusaikaiset rahoituskulut on eritelty omalle rivilleen ja ne ovat erillään rahoituslaskelmasta. Rahoituskulut huomioidaan tässä laskelmassa miinusmerkkisenä.

2.2.3 Tuotot

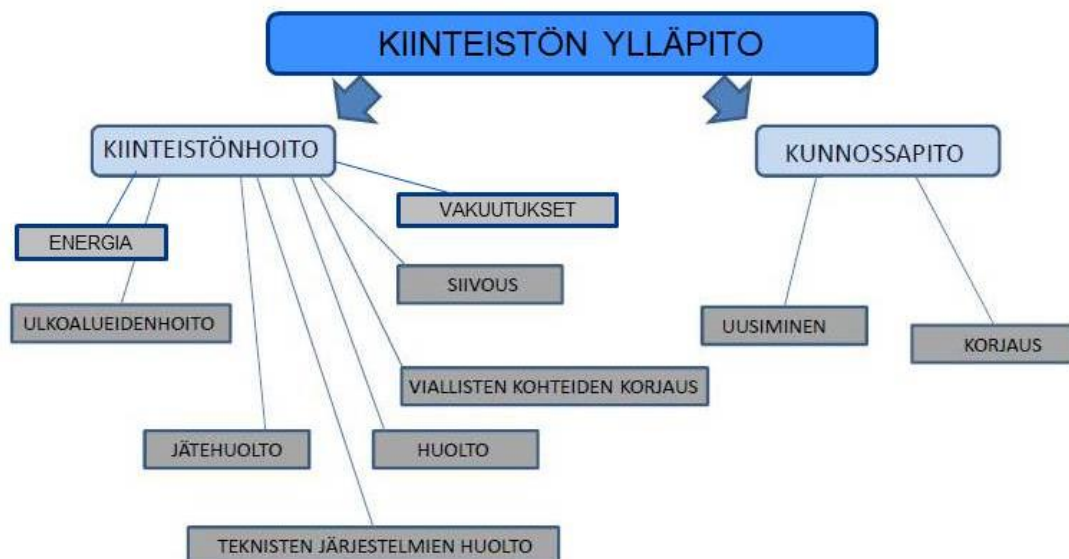
Rakennusten omistajat haluavat sijoittamalleen pääomalle tietyn suuruisen tuoton, jonka he ovat ennalta määritelleet. Sijoitetun pääoman vähimmäistuottona on pidetty yrityksen vieraalle pääomalle maksamaa korkoa. Tässä työssä sijoitettu pääoma sisältää sekä oman pääoman että korolliset velat. Tuottoja omistajalle voivat olla esimerkiksi vuokra- ja/tai myyntitulot (kassavirta) sekä kiinteistön arvonnousu.

Vuokrat voidaan tarpeen mukaan jaotella bruttovuokraan, nettovuokraan, pääomavuokraan ja ylläpitovuokraan. Rakennuksen omistajan tulisi mitoittaa vuokrataso koko elinkaaren ajalle vähintään omakustannustasoiseksi, muutoin tulot eivät kata kustannuksia. Myyntituloja voi syntyä kiinteistön rakennuksen osien tai koko rakennuksen myynnistä. Tuotot huomioidaan tässä laskelmassa plusmerkkisenä.

2.2.4 Ylläpitokustannukset

Kiinteistön ylläpito muodostuu kuvan 4 mukaisesti kiinteistönhoidosta ja kunnossapidosta. Kiinteistönhoito sisältää lämpöenergian, sähköenergian, siivoustoimen, huoltomiestoimen, vesi- ja jäteveden, erikoislaitehuollon, jätehuollon sekä vakuutukset ja kiin-

teistöveron. Kunnossapito aiheutuu sykleittäin toistuvista kunnostus- tai uusimistoi-
menpiteistä, joilla pidetään rakennus ja sen osat toimintakunnossa. [20]



Kuva 4. Kiinteistön ylläpidon muodostuminen. Muokattu [25 s.14].

Myyryläisen [4 s.46 ja 5 s.197- 199] mukaan kunnossapidon kustannuksia ovat ylläpitävän korjausrakentamisen kustannukset. Ne ovat kustannuksia, jotka syntyvät rakennusosien korjauksesta ja kunnostuksesta sekä koko rakennusosaa nopeammin kuluvien osien uusimisesta. Kunnossapitokorjauksia joudutaan tekemään, jotta rakennus pysyy käyttökelpoisessa kunnossa. Kunnossapitokustannukset ajoittuvat kuntoarvioiden ja kuntotutkimusten mukaisesti tietyille vuosille. Elinkaarikustannuslaskentaa varten voidaan kunnossapitokustannukset koko elinkaaren ajalta laskea keskimäärin euroina vuotta kohti.

Myyryläisen [4 s.46 ja 5 s.199] mukaan kiinteistönhoitokustannuksiin lasketaan sellaisia laitekorjauksia ja uusimisia, jotka syntyvät yllättäen eikä niitä osata suunnitella kunnossapitovaroilla toteutettavaksi. Kiinteistönhoitokustannukset ovat kiinteistön käytöstä johtuvia työ-, käyttöaine- ja tarveainekustannuksia.

Mikäli elinkaarikustannuslaskentaa varten ei ole käytettävissä esimerkiksi rakennuksen energiankulutuksen tavoitelaskelmia, voidaan kustannukset määrittää viitekohteista saatavista energiankulutus- ja kustannustiedoista. Tarveselvitysvaiheessa tehtävässä elinkaarikustannuslaskennassa, kun suunnitelmia ei hankkeesta vielä ole, joudutaan usein kustannuksia arvioimaan pohjautuen vastaaviin käytössä oleviin hankkeisiin. Hoito- ja kunnossapitokustannukset huomioidaan tässä laskelmassa miinusmerkkisenä.

2.2.5 Energia ja energiatehokkuuden parantaminen

Energiakustannukset tulee huomioida kohdekohtaisesti elinkaarikustannuslaskennassa. Energiakustannuksia syntyy kulutetusta lämmöstä, jäähdytyksestä, sähköstä (valaistus, laite- ja käyttösähkö) ja vedestä. Rakennuksen energiantarve koostuu käyttöveden lämmitystarpeesta, tilojen lämmitystarpeesta (vaippa, vuotoilma ja ilmanvaihto), sähköenergiantarpeesta ja jäähdytystarpeesta.

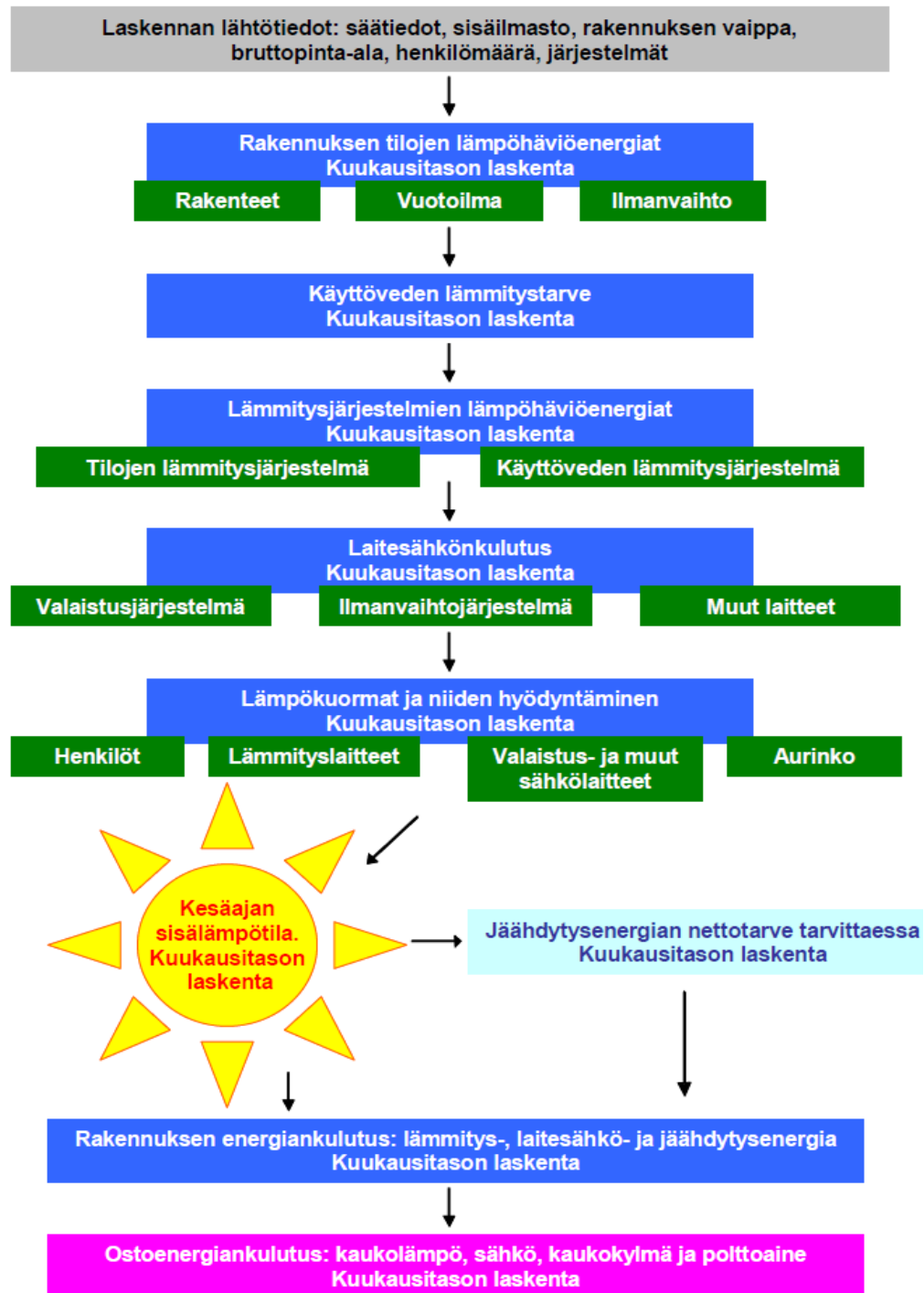
Rakennuksen energiankulutus koostuu järjestelmien siirtämästä lämpöenergiasta, sähköenergiasta ja jäähdytysenergiasta sekä järjestelmien häviöistä. Ostoenergiankulutus lasketaan rakennuksen energiankulutuksesta kiinteistökohtaisen energiantuotannon vuosihiyöty-suhteen perusteella [22].

Energiakustannukset voidaan myös arvioida samantyyppisten viitekohteiden avulla, jos simulointia ei ole tehty. Energiakustannuksissa tulee huomioida energian hinnan vuotuiset muutokset, sillä energian hinnan uskotaan tulevaisuudessa nousevan edelleen muuta kustannustasoa nopeammin [5]. Energiakustannukset huomioidaan tässä laskelmassa miinusmerkkisinä.

Energiankulutus lasketaan yleensä vuosi- tai kuukausitasolla. RakMk D5:n [22] mukaan rakennuksen energiankulutuksen laskennanvaiheet on esitetty kuvassa 3 ja ne ovat seuraavat:

- lämpöhäviöenergiat (vaippa, vuotoilma ja ilmanvaihto)
- käyttöveden lämmitystarve
- lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat
- laitesähköenergiankulutus
- lämpökuormat
- jäähdytysenergiantarve ja kulutus sekä kesäajan sisälämpötila
- lämmitysenergiankulutus
- rakennuksen energiankulutus
- ostoenergiankulutus.

Rakennukset kuluttavat 40 prosenttia Euroopan energiantarpeesta ja päästävät 36 prosenttia hiilidioksidipäästöistä. [35]



Kuva 3. Rakennuksen energiakulutuksen laskennan vaiheet [22].

Energiatehokkuuden parantamisen taustalla on kiinteistön energiakustannuksien pienentäminen investoimalla saneerauksiin, jotka ovat taloudellisesti kannattavia. Investointia voidaan pitää järkevänä, mikäli takaisinmaksuaika on suhteellisen nopea ja on tuottava pitkälle tulevaisuuteen asti. Sijoittamalla energiaa säästäviin laitehankintoihin tai säätämällä kiinteistön tekniikka toimimaan oikein voidaan pienentää kiinteistön energiamaksuja. Sijoituksen lähtökohtana on nopea takaisinmaksuaika ja pitkä taloudellinen hyöty. [25]

2.2.6 Vuosikorjaus- ja perusparannuskustannukset

Kiinteistön kunnossapito on aina kiinteistön omistajan vastuulla. Korjausrakentamisella parannetaan ja ylläpidetään rakennukselta vaadittavaa palvelutasoa. Korjausrakentaminen toimii kiinteistön ylläpidon lisänä.

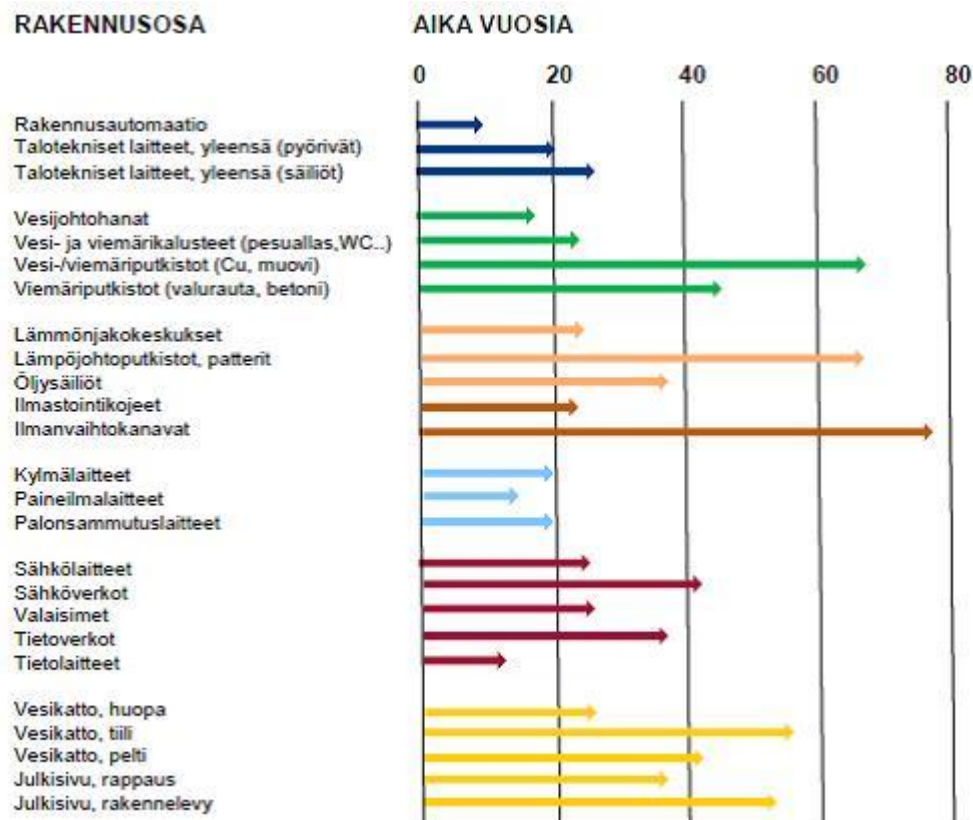
Vuosikorjaukset ja perusparannukset pohjautuvat omistajan laatimaan PTS-ohjelmaan, jossa määritellään kiinteistön korjaustarpeet pitkälle tulevaisuuteen. Korjaustarpeiden määrittelyssä voidaan käyttää samantyyppisiä viitekohteita, kuntoarvioita, kuntotutkimuksia ja energian menekkiseurantaa. Kiinteistönhoidosta ja asiakaspalautteista saatavalla tiedolla on myös suuri merkitys korjaustarpeiden määrittelyssä.

Miten korjauskustannukset tulee huomioida elinkaarikustannuslaskennassa? Se riippuu siitä, haluaako kiinteistön omistaja pitää yllä jatkuvaa korjausrakentamista, jolloin korjauksia tehdään tiheämmin ja pienempinä korjauksina. Tällöin rakennusta voidaan pääosin käyttää kokoajan ja vuokratuottoja saadaan jatkuvasti. Tai korjausrakentaminen voidaan toteuttaa harvemmin tehtävillä perusteellisilla perusparannuksilla, jolloin rakennuksen kunnon annetaan heikentyä perusparannukseen asti ilman vuosikorjauksia.

Perusparannus tarkoittaa rakennuksen käyttäjien kannalta tässä tapauksessa sitä, että heille tarvitaan korjaustyön ajaksi väistötilat. Tästä syntyy omistajalle kustannuksia ja vuokratuottoja perusparannettavasta kohteesta ei korjausajalta synny. Ei ole yhtä oikeaa tapaa huomioida korjauskustannuksia vaan omistajan on harkittava ne kohdekohtaisesti jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa.

Elinkaarikustannuslaskennassa perusparannuskustannusten arviointi tulevaisuuteen on epävarmaa, varsinkin jos rakennuksen käyttötarkoitus muuttuu tai rakennukseen tehdään käyttäjien toiveista muutoksia ennen perusparannuskautta. Perusparannuskustannusten arvioinnissa voidaan käyttää apuna rakennusosien elinkaaren ennustamiseen perustuvia käyttöikä ja korjaushistoriaa vastaavista kohteista. On huomattava, että taloudellinen käyttöikä varsinkin taloteknisille laitteille on usein huomattavasti teknistä käyttöikää lyhyempi [4].

Kuvassa 5 on esitetty rakennusosien keskimääräisiä teknisiä käyttöiä.



Kuva 5. Rakennusosien keskimääräiset tekniset käyttöiät. Muokattu [4 s.60].

Vuosikorjaus- ja perusparannuskustannukset huomioidaan tässä laskelmassa miinusmerkkisenä.

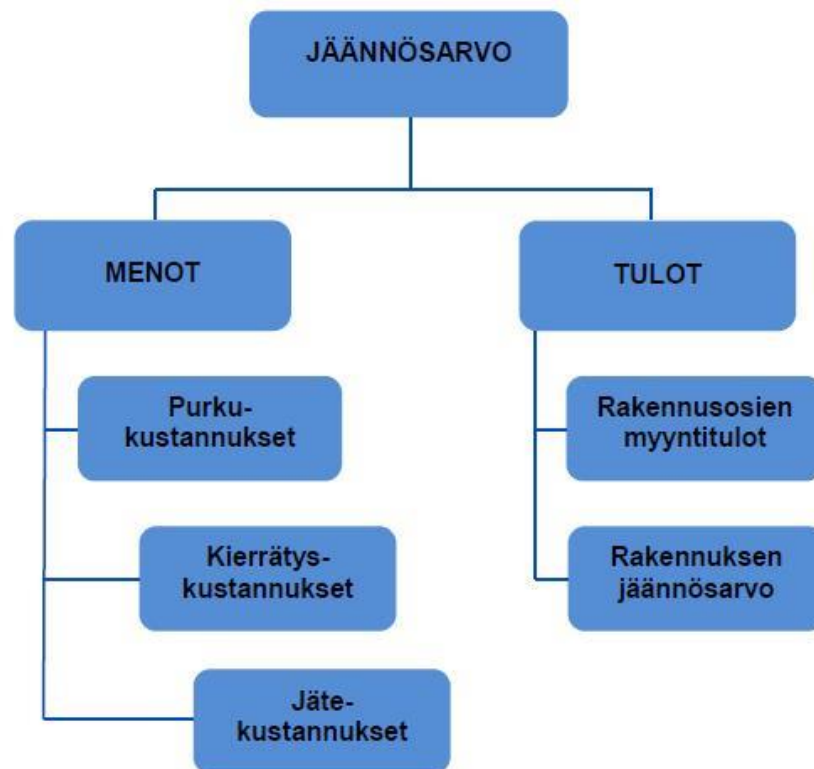
2.2.7 Jäännösarvo ja purkukustannus

Rakennuksen jäännösarvolla tarkoitetaan sitä rahallista arvoa, joka rakennuksella on elinkaaritarkastelun lopussa. Jäännösarvoa voidaan arvioida useammalla eri tavalla. Jäännösarvo voidaan arvioida muun muassa poistoihin perustuvalla teknisellä arvolla tai arviointi voi perustua tuottovaatimukseen, jolla kiinteistö odotetaan voitavan myydä vuonna n [26]. Kiinteistön omistajalla on vaihtoehtoina taloudellisen pitoajan jälkeen, joko luopua rakennuksesta myymällä tai purkamalla. Vaihtoehtona on myös muuttaa oleellisesti rakennuksen ominaisuuksia peruskorjaamalla rakennus ja tilat sellaiseksi, jotka tyydyttävät käyttäjiä.

Jäännösarvo tulee aina tarkastella laskelmissa. Jäännösarvo voidaan laskelmissa merkitä nolllaksi, jos omistaja on määritellyt rakennuksen kestävänsä vain tarkastelujakson ajan, niin sanottu kertakäyttörakennus. Kunnallisen rakennuttajan näkökulmasta kertakäyttö-rakennuksina voidaan pitää esimerkiksi koulujen väistötiloiksi tarkoitettuja moduuleista

kasattavia tilapäistiloja. Jos rakennuksella ei ole jäännösarvoa tarkastelujakson lopussa, on laskennassa menoina huomioitava purkukustannus.

Kuvan 6 mukaan on huomioitava sekä itse purkutyöstä aiheutuneet kustannukset että mahdolliset kierrätys- ja jätekustannukset. Rakennuksen elinkaaren päättää rakennuksen purku ja syntyvän purkujätteen käsittely. Jäännösarvo huomioidaan tässä laskelmassa plusmerkkisenä ja mahdollinen purkukustannus miinusmerkkisenä.



Kuva 6. Rakennuksen jäännösarvo. Muokattu [30 s.185].

2.2.8 Herkkyysanalyysit

Elinkaarikustannukset sisältävät paljon epävarmuutta, sillä useat kustannukset muodostuvat vasta tulevaisuudessa ja niiden arvioiminen nykyhetkessä on hyvin epätarkkaa. Herkkyysanalyysillä voidaan paljastaa lopputulokseen eniten vaikuttavia tekijöitä, joten niiden merkitys elinkaarikustannuslaskelmissa on erittäin tärkeä. Herkkyysanalyysillä pyritään etsimään laskennan kriittisiä pisteitä, joiden avulla selvitetään investoinnin kannattavuutta, kun jotain lähtökohta-asetusta muutetaan. Herkkyysanalyysijä voidaan tehdä muun muassa investoinnin määrän, energian hinnan, velan koron tai tuottojen muuttumisen suhteen.

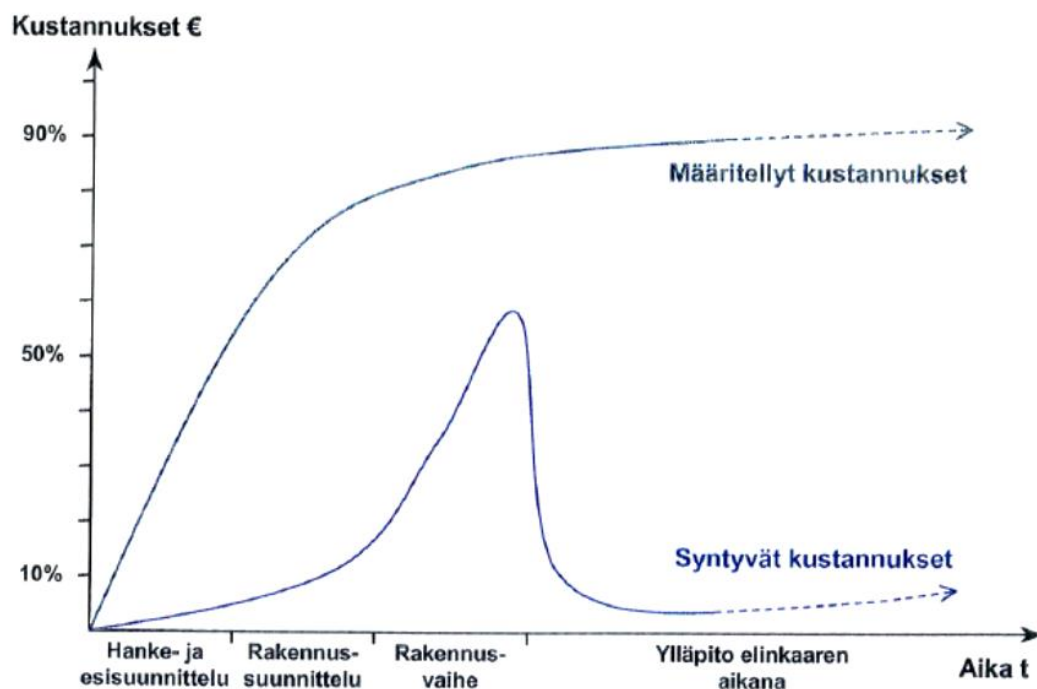
Herkkyysanalyysien avulla voidaan kannattavuuteen vaikuttavien olennaisten tekijöiden arviointiin kiinnittää tarkempaa huomiota. Kun kaikille valituille kannattavuustekijöille

on tehty herkkyysanalyysi, saadaan selville millä niistä on merkittävin vaikutus investoinnin kannattavuuteen. Herkkyysanalyysillä saadaan selville myös ne osatekijät, joilla on pienin vaikutus investoinnin kannattavuuteen. Herkkyysanalyysit toimivat yhdessä laskentatuloksen kanssa päätöksenteon apuna.

2.3 Elinkaarikustannus, LCC

Elinkaaritarkasteluja tehdään yleisimmin eri vaihtoehtojen ympäristövaikutusten tai kustannusvaikutusten keskinäisen edullisuuden selvittämiseksi. Elinkaarikustannus LCC (*life cycle cost*) tarkoittaa rakennuksen, järjestelmän tai laitteen elinkaaren hankinta-, käyttö-, kunnossapito- ja uusimiskustannusten nykyarvojen summaa [4]. Toisin sanoen elinkaarikustannus tarkoittaa rakennetun kohteen tai sen osan kokonaiskustannuksia elinkaaren ajalta [27]. Eriluonteisia kustannuksia kohteelle voi syntyä sen elinkaaren aikana mm. suunnittelusta, valmistuksesta, käytöstä, koulutuksesta, kunnossapidosta ja lopullisesta poistosta [28].

LCC- laskentaa käytetään eri investointivaihtoehtojen kannattavuuden arviointiin tietyllä ajanjaksolla. Seuraavassa kuvassa 7 on esitetty, kuinka elinkaarikustannuksiin on mahdollista vaikuttaa hankkeen eri vaiheissa.



Kuva 7. Vaikutusmahdollisuus elinkaarikustannuksiin rakennusprojektissa

Kuvasta 7 nähdään, että mitä pidemmälle suunnittelu etenee, sitä pienemmät mahdollisuudet on vaikuttaa rakennuksen elinkaarikustannuksiin. Hanke- ja esisuunnitteluvai-

heessa tehdään hankkeen kannalta suurimmat kustannuksia sitovat päätökset. Rakennussuunnitteluvaiheessa mahdollisuus vaikuttaa elinkaaren aikaisiin kustannuksiin on olennaisesti vähentynyt ja siirryttäessä rakennusvaiheeseen niitä ei käytännössä juuri-kaan ole (ylempi käyrä). Varsinaiset kustannukset syntyvät vasta rakennusvaiheessa, jolloin niihin vaikuttaminen on hyvin vähäistä (alempi käyrä). Tämä tarkoittaa sitä, että elinkaarikustannusten laskenta korostuu entistä enemmän hankkeen varhaisessa vaiheessa.

3. VALITTU LASKENTAOHJELMISTO

Tässä työssä käytetään porvoolaisen ohjelmistoyrityksen DataPartner Oy:n kehittämää laskentaohjelmaa tuotenimeltään Invest for Excel®. Laskentaohjelman käyttöön päädyttiin, koska markkinoilta ei ollut saatavilla vastaavanlaista tuotetta, joka vastaisi haluttuun tarpeeseen. Julkisen rakennuttajan näkökulmasta ohjelmistolta vaaditaan helppokäyttöisyyden lisäksi ominaisuuksia, jotka helpottavat investointien päätöksentekoa. Näitä ominaisuuksia ovat laskentaohjelmasta saatavat herkkyysanalyysit, erilaiset kaavioesitykset, investointiehdotukset ja rahoituslaskelmat. Rahoitusmoduulin sisältyminen laskentaohjelmistoon oli yksi valintakriteereistä, koska yhtiöhankkeet rakennetaan lainarahalla ja niiden vaikutuksen huomioiminen laskelmissa on tärkeää. Toisaalta raporttien työstäminen päätöksentekijöille on helpompaa, kun nämä kaikki eri tulosteet saadaan samasta laskentaohjelmasta.

Yrityksen päätuote on Invest for Excel, mutta heiltä löytyy valmisohjelmistoja investointilaskennan ohella myös liiketoiminnan suunnitteluun ja arvonmäärittelyyn. Yritykseltä on saatavilla hyvin koulutusta ja opastusta ohjelmankäyttöön sekä lisenssille jatkuva ohjelmiston ylläpito. Referenssinä ohjelmiston käyttöönotolle tässä työssä on myös se, että Tampereen kaupunki käyttää samaa ohjelmistoa omissa investointilaskelmissaan.

3.1 Invest for Excel®

Invest for Excel® on valmisohjelmisto kassavirtapohjaiseen mallintamiseen. Laskenta perustuu rahan aika-arvoon ja diskontattuun kassavirtaan. Sovellukset on suunniteltu tukemaan omistajaohjausta ja sisäistä valvontaa. Invest for Excel® on nimensä mukaisesti Microsoft Excelin päälle ohjelmoitu sovellus. Ohjelmistovaatimukset: Microsoft Windows XP, Vista, Windows 7 tai Windows 8, Microsoft Excel 2007, 2010, 2013 tai 2016. Ohjelmistoversio vaihtoehdot ovat Enterprise, Pro, Standard ja Lite, jotka rakentuvat samalle pohjalle, mutta sisältävät eri ominaisuuksia. [11] Näistä ohjelmaversioista Enterprise sisältää eniten ominaisuuksia ja tätä versioita käytettiin tässä työssä.

Invest for Excelillä on muun muassa seuraavia käyttöalueita:

- Investointilaskenta, jolla voi mm. vertailla investointivaihtoehtojen kannattavuutta keskenään, laskea investoinnin tuomaa lisäarvoa tai tarkastella useampien investointien yhteisvaikutusta.

- Kassavirtamallinnus,
ohjelmiston toiminnallisuutta voi hyödyntää myös päätöstilanteissa, jotka koskevat muun muassa ulkoistamista, markkinointipanostuksia, tuotekehitystä tai etabloitumista uusille markkinoille. Yhä useammin päätöksenteossa sovelletaan myös elinkaariajattelua. Elinkaariajattelun mukaisesti laskelmissa tulee huomioida vaihtoehdon koko vaikutusajan taloudelliset vaikutukset pääoman tuotto-vaatimusta unohtamatta.
- Arvonmääritykset (yrityskaupat),
laskenta perustuu tuloslaskelman tuotto- ja kuluerien sekä käyttöpääoman erien kuvaamiseen. Laskentamallissa on mahdollista huomioida myös tulevat investoinnit ja muut kassavirtavaikutteiset tase-erät.
- Liiketoiminnan suunnittelu, PTS suunnittelu (pitkän tähtäimen suunnittelu),
ohjelmiston avulla mallinnetaan kaikki suunnitelmaan sisältyvät kassavirtavaikutteiset toimenpiteet ja tapahtumat, myös mahdolliset investoinnit ja muut panostukset. Tavoitteena on saada kokonaiskuva suunnitelman taloudellisista seurauksista. Käyttäjä voi hyödyntää samaa ohjelmistoa sekä pitkän että lyhyen aikavälin suunnitteluun.
- Arvonalentumistesti,
sovelluksen avulla voit mallintaa käyttöarvon laskennan edellyttämät ennakoitua rahavirrat sekä omaisuususerästä luovuttaessa mahdollisesti syntyvät rahavirrat. Ohjelmisto soveltuu sekä liikearvon että käyttöomaisuuserien arvon testaukseen.
- Jälkilaskelmat,
ohjelman avulla voidaan arvioida kassavirtojen kulkua ja käyttää laskelmia pääomienkäytön valvontaan.
- Elinkaarilaskelmat,
ohjelmalla voidaan arvioida tuotteen, ratkaisun tai teknologian elinkaarikuluja ja niiden vaikutusta pitkän aikavälin tuottavuuteen.
- Rahoitussuunnittelu,
rahoitussuunnittelu-moduuli toimii yhteydessä investointilaskelmaan. Ohjelma osaa laskea rahoitustarpeen investointilaskelmastasi ja palauttaa siihen rahoituskulut ja lainaerät. Moduulilla voi rakentaa rahoituspaketin, joka koostuu yhdestä tai useammasta lainasta.
- Tuotelaskenta,
Invest for Excel on teollisuudenalasta riippumaton sovellus tuotteiden tai palveluiden laskentaan. Käsitteet kuten nykyiset tai uudet tuotteet, valmistusprosessit ja tuotehinnoittelu voidaan helposti simuloida ohjelman avulla.

Tässä työssä tarkastellaan Invest for Excelin käyttötarkoituksista elinkaarikustannuslaskentaa. Laskennassa on huomioitu rahoitussuunnittelu, sillä tarkasteltava investointi rahoitetaan pääosin velkarahalla.

3.2 Ohjelman ominaisuuksia

Ohjelman ominaisuuksia ovat muun muassa lukuisat käyttömahdollisuudet ja helppo-käyttöisyys. Ohjelman käyttöönottoa helpottaa se, että ohjelma on sovellus taulukkolaskentaohjelmisto Microsoft Excelistä. Voit tuoda omasta Excel-tilusta tietoja Invest for Excel-laskentataulukkoon tai katsoa valmiita laskelmia Excelissä ilman laskentaan tarvittavaa lisenssiä.

Seuraavassa listaus ohjelman ominaisuuksista, joita on osittain edellisessä kohdassa 3.1 kuvattu.

- Investointilaskenta, kassavirtamallinnus ja taloudellinen mallintaminen
- Kannattavuusanalyysi
- Käyttöomaisuusrekisteri (investoinnit, poistot ja realisoinnit)
- Tuloslaskelma, kassavirta-analyysi, käyttöpääoman tarvelaskelma ja tase
- Yleisimmät kannattavuusmittarit, joita ovat muun muassa nettonykyarvo, sisäinen korkokanta, takaisinmaksuaika, sitoutuneen pääoman tuotto, taloudellinen lisäarvo
- Erilaisten skenaarioiden ja vaihtoehtojen vertailu
- Erotuslaskelma (investoinnin ja vallitsevan tilanteen ero)
- Eri investointien/projektien/ liiketoimintojen konsolidointi
- Break-even ja herkkyysanalyysit taulukoin ja kaavioin eri tekijöiden vaikutuksesta kannattavuuteen
- Automaattiset raportit, kuten tase ja kannattavuusanalyysi
- Investointiehdotuslomake
- Yrityksen arvonmääritys, yrityskauppalaskelmat
- Arvonlennustestaus, sisältäen kirjanpitolakepoisen vakiotositteen
- Rahoitus suunnittelu
- Kielenvaihtotoiminto: englanti, espanja, saksa, ruotsi, suomi, puola ja venäjä
- Valuutanvaihtotoiminto

Konsolidoinnilla voidaan summata useampi investointitiedosto yhdeksi uudeksi investointilaskelmaksi. Konsolidoitavissa lähdelaskelmissa tulee olla samat perusolettamukset (tulovero- %, positiivisten verovaikutusten huomioiminen ja laskentakorko). Eri rahayksiköt ja valuutat ohjelma osaa muuntaa konsolidoitaessa. Erotuslaskelman avulla voidaan laskea, onko uusininvestointi kannattavampi verrattuna nykytilanteeseen. Erotuslaskelma tehdään kahdesta erillisestä laskelmasta, joilla on sama investointiaika ja jotka perustuvat samoihin perusolettamuksiin (diskonttauskorko, veroprosentti jne.). [10]

Break-even toiminnolla voidaan selkeästi etsiä investoinnin kriittistä pistettä, jolla investointi on vielä kannattava eli nettonykyarvo on nolla. Toiminnolla voidaan etsiä kriittistä pistettä esimerkiksi tuottojen osalta eli mihin tuotot voivat pudota, jotta inves-

tointi on vielä kannattava. Ohjelmasta voi tulostaa automaattisesti erilaisia raportteja kuten esimerkiksi kannattavuusanalyysin tai investointiehdotuksen. Kielenvaihtotoiminnolla voidaan vaihtaa kieli toiseksi. Kielivaihtoehtoina ovat tällä hetkellä suomi, ruotsi, englanti, saksa, puola, espanja ja venäjä. Valuutanvaihtotoiminto on käyttökelpoinen, jos laskelmat tarvitaan esittää useassa eri valuutassa. [10]

4. CASE KOY OPINMÄKI KAMPUS

4.1 Julkisen rakennushankkeen ominaispiirteitä

Julkiset rakennushankkeet rahoitetaan kaupungin kassaan tulevilla verovaroilla, valtion avustuksilla/tuilla (muun muassa Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus, ARA) ja lainarahalla. Lainoitusta haetaan muun muassa kuntien omistamasta Kuntarahoituksesta, Euroopan investointipankista (EIB, European Investment Bank) tai Pohjoismaiden investointipankista (NIB, Nordic Investment Bank). Espoossa, ARAn erityisryhmien investointiavustusta, on saatu muun muassa seniorien Elä ja asu- palvelukeskusten rakennuskustannuksiin. Näitä rahoitusmalleja käytetään sekä uudis- että korjaushankkeissa.

Julkisten varojen käyttö edellyttää, että Tilakeskuksella on laadittu investointiohjelma (budjetti) viideksi vuodeksi kerrallaan. Kaupungin valtuusto hyväksyy investointiohjelman osana kaupungin talousarviota. Investointiohjelmaan viedään sellaiset hankkeet, joiden kustannusarvio ylittää 600 000 €. Yleisimpiä investointihankkeita ovat koulut, päiväkodit, kirjastot, uimahallit, liikuntatilat ja näiden yhdistelmähankeet. Asuntotuotantoa lukuun ottamatta kaupungin kiinteistörakentamisen omaisuuslaji on Tilakeskuksella [8]. Espoon kaupungin kiinteistöt voivat olla omistuslajeittain joko omia rakennuksia, osaketiloja tai vuokratiloja.

Hankintalaki ohjaa julkisia hankintoja ulkoisilla markkinoilla. Tämä tarkoittaa hankkeen osalta sitä, että kokonaisaikataulussa tulee varata aikaa niin, että hankinnat voidaan lain puitteissa kilpailuttaa. Hankintalain mukaan tulee tarjouksista valita halvin hinta, jolloin hankinnan tekijän on osattava muilla argumenteilla (pisteitys/laatu/referenssit jne.) saada esille paras tarjoaja. Hintakilpailutus on julkisessa hankinnassa kielletty. Tämä tarkoittaa sitä, että julkinen rakennuttaja ei voi valitun tarjoajan kanssa keskustella enää tarjouksen hinnan alentamisesta ilman sisältöön puuttumista. Samanlaista hankintoja ohjaavaa käytäntöä ei yksityisellä sektorilla ole.

Hanke käynnistyy yleensä käyttäjien tai väestön muuttoliikkeen aikaansaamista tarpeesta. Kunnat pyrkivät huomioimaan nämä kaavoituksessa ja varaavat tontteja tuleviin tarpeisiinsa. Julkisille hankkeille ominaista on, että aikaa kuluu tarpeenesittämisestä (tarveselvitys) valmiiksi rakennukseksi keskimäärin 3-6 vuotta. Joskus hankkeet ovat edenneet suunnittelussa pitkälle, kun ne keskeytetään tai palautetaan uudelleen käsittelyyn. Syitä tällaiseen hankkeen keskeytykseen tai uudelleen käsittelyyn voi olla poliittinen, taloudellinen tai jokin muu syy. Tällainen toiminta pidentää rakennusten alkuperäistä valmistumista ja läpimenoajat kasvavat.

Käyttäjätaho (sivistystoimi Sito, sosiaali- ja terveystoimi Sote) ilmaisee tilatarpeen, jonka perusteella prosessia lähdetään viemään eteenpäin. Hanketta suunnitellaan yhdessä käyttäjien kanssa koko hankkeen ajan, näin heidän tarpeensa huomioidaan joka suunnitteluvaiheessa. Tilakeskus ei suunnittele itse investointikohteita. Tilakeskus kilpailuttaa puitesopimukset, joiden avulla valitaan hankkeen suunnittelijat (muun muassa ark, rak, lvia, säh, palo). Hankesuunnitelman hyväksyy kaupungin valtuusto, jolloin muun muassa kustannusraamit hankkeelle lyödään lukkoon. Hyväksynnän jälkeen on tärkeää ohjata suunnittelua niin, että pysytään hyväksytyissä kustannuksissa, sillä lisärahoituksen saaminen hankkeelle vaatii uuden valtuustokäsittelyn.

Julkiselle rakennushankkeelle ominaista on myös se, että ne ovat usein alueensa merkikirakennuksia ja siten niiden kaupunkikuvallisuus nousee merkittäväksi. Espoossa on rakennettu useita julkisia rakennuksia arkkitehtikilpailuja hyväksikäyttäen. Arkkitehtikilpailujen avulla voidaan nostaa kaupunkikuvallisuuden tasoa. Esimerkiksi Espoon Tapiola koetaan alueeksi, jossa julkiset rakennukset tulee olla arkkitehtuuriltaan näyttäviä ja ainutlaatuisia. Korjausrakennuskohteissa saatetaan päätyä suojelemaan rakennusten arkkitehtuurillisia ja/tai historiallisia arvoja vaikka saattaisi olla edullisempaa rakentaa kokonaan uusi rakennus. Tällaiset kustannuksia lisäävät ja aikataulua pidentävät asiat on huomioitava julkisessa rakentamisessa.

Julkisen rakennushankkeen erityispiirteitä ovat lisäksi elinkaarimallilla rakennettavat hankkeet. Elinkaarimalli tarkoittaa, että kaupunki omistaa rakennuksen, mutta sitä hallinnoi yksityinen yritys, jonka palveluista kaupunki maksaa. Elinkaarimallinaikaiset ylläpitosisopimukset tehdään yleensä 20 -25 vuoden pituisiksi. Ylläpitosisopimuksen tarkoituksena on, että yritys pitää rakennukset mahdollisimman hyvässä kunnossa koko sopimuskauden ajan. Espoossa ensimmäinen elinkaarimallilla toteutettu koulu on tehty yli kymmenen vuotta sitten, Kuninkaantien lukio.

Espoossa rakennetaan hankkeita myös yhtiöhankkeina. Tämä tarkoittaa sitä, että kaupunki perustaa tytäryhtiön, joka vastaa hankkeen rakennuttamisesta ja taloudesta. Tällaisia yhtiöhankkeita ovat esimerkiksi KOY Opinmäki Kampus, KOY Espoon sairaala ja Elä- ja asu- konseptit [7]. Nämä yhtiöt toimivat erillään kaupungin taseesta ja jokaisella yhtiöllä on toimitusjohtaja sekä ylintä päätäntävaltaa käyttävä hallitus.

4.2 Tilaajan esittely

Espoon kaupungin Tilakeskus-liikelaitos perustettiin vuonna 2009 toteuttamaan ja hallinnoimaan kaupungin toimitiloja. Tilakeskuksen omistuksessa on kaupungin kiinteistövarallisuus, joista toimitiloja yhteensä 1 086 000 m². Toimitilat sisältävät omia rakennuksia 765 000 m², osaketiloja 156 000 m² ja vuokratiloja 165 000 m². Tilakeskus-liikelaitos toimii kuntalain mukaisena tilaaja- ja omistustehtäviä hoitavana kunnallisena liikelaitoksena [8].

Tilakeskus huolehtii kaupungin toimitilojen ja rakennusten hankkimisesta ja ylläpidosta. Tilakeskus-liikelaitos sisältää talonsuunnittelun, -rakennuttamisen, tilahallinnan sekä sisäisten palvelujen palvelualueet. Talonsuunnitteluyksikkö vastaa hankkeiden suunnitteluttamisesta. Talonrakennuttamisen yksikkö vastaa toimitilahankkeiden toteutuksesta. Tilahallinta huolehtii kaupungin toimitilojen hallinnollisesta isännöinnistä ja ylläpidon järjestämisestä. Sisäiset palvelut toteuttavat Tilakeskuksen kehittämisprojekteja sekä hoitavat juridiikkaan ja viestintään liittyviä asiantuntijatehtäviä. Henkilöstöä on noin 80 henkilöä.

Vuoden 2016 alusta Tilakeskus-liikelaitos ja Espoo Kiinteistöpalvelut -liikelaitos tulevat yhdistymään yhdeksi liikelaitokseksi. Jatkossa uusi Tilapalvelut -liikelaitos hoitaa kiinteistöjen siivouspalvelut, aula- ja turvallisuuspalvelut, kiinteistönhoidon, tilahallinnan, suunnitteluttamisen ja rakennuttamisen. Henkilöstön määrä kasvaa yhdistämisen myötä noin 680 henkilöön.

4.3 Hankkeen esittely

Espoon kaupunki järjesti Opinmäen suunnittelusta yleisen arkkitehtuurikilpailun loppuvuodesta 2011. Kilpailun tuloksena oli löytää Opinmäen toteuttamiseksi kaupunkikuvalisesti ja arkkitehtonisesti korkeatasoinen ja toteutuskelpoinen ratkaisu. Siinä tuli toiminnalliset, esteettiset ja teknis-taloudelliset tavoitteet olla ratkaistuna tasapainoisesti. Kilpailuun saapui 41 ehdotusta. Kilpailun voitti ehdotus nimimerkillä ”Mäkin opin”, jonka suunnittelusta vastasi arkkitehtitoimisto Esa Ruskeepää Oy, kuva 8. Opinmäen suunnittelutoimeksianto annettiin kilpailun voittaneen ehdotuksen tekijälle. [6]



Kuva 8. Opinmäen pienoismalli. Kuvassa näkyy hankkeen 1. ja 2. vaiheet (pienimmät ”nopat” ovat vaihetta 2).

Kaupunki perusti hanketta varten kiinteistöyhtiön KOY Opinmäki Kampuksen, joka rakennutti hankkeen perustetun yhtiön taseeseen. Toteutusmuotona oli projektinjoh-tourakka. Hanke rakennettiin Espoon Suurpeltoon, joka sijaitsee Kehä II varrella keskel-lä Espoota. Hankkeen rakennussuunnittelu käynnistyi helmikuussa 2012. Projektinjoh-tourakkasuunnitelmat valmistuivat tammikuussa 2013. Ennen talonrakennusurakkaa tehtiin mittavat pohjarakennusurakat talvella 2012- 2013. Varsinainen rakentaminen aloitettiin kesäkuussa 2013. Hankkeen 1. vaihe valmistui kesäkuussa 2015 ja käyttöön-otettiin elokuussa 2015. [6]



Kuva 9. Opinmäen ensimmäinen rakennusvaihe.

Hanke on tarkoitus rakentaa valmiiksi kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa rakennettiin tiloja Espoon kansainväliselle koululle, suomenkieliselle peruskoululle, suomen- ja englanninkieliselle päivähoidolle sekä Matinkylän suuralueen liikuntahallil-le. Kuntalaiskäyttöä varten tuli tilat kirjastoa ja kahvilaa varten. Toisessa vaiheessa on tarkoitus rakentaa tiloja nuorisopalvelulle, työväenopistolle, asukaspuistolle sekä lisää opetustiloja ja niihin liittyviä aputiloja. [6] Toisen vaiheen suunnittelu- ja rakentamisai-kataulusta ei ole tehty päätöstä.

Oppilaspaikkoja suomenkieliseen ja kansainväliseen kouluun mitoitettiin käyttäjän toi-mesta noin 1 000 oppilaalle. Päivähoitopaikkoja vastaavasti suomenkieliseen päivähoi-toon 87 lapselle ja englanninkieliseen 21 lapselle. Henkilökuntaa Opinmäen 1. vaihees-sa on noin 100 - 110 henkilöä. [6]

Hankkeen 1. vaiheen laajuustiedot hankesuunnitteluvaiheessa oli hyötyala 10 342 hym² + 280 hym² katettu sisäpiha, bruttoala 16 700 brm² ja tilavuus 78 110 m³. Suunniteltu hyötyala 2. vaiheessa on 3 684 hym² ja bruttoala 6 000 brm². Suunnittelun edetessä to-teutukseen 1. vaiheen laajuustiedot tarkentuivat hyötyalan ollessa 10 090 hym² ja brut-

toalan 16 881 brm². Hankkeen tilavuus oli valmistuessa 100 207 m³. Hankkeen kustannusarvio oli hankesuunnitteluvaiheessa 50 miljoonaa euroa (alv 0 %), joka sidottiin rakennuskustannusindeksiin. [6]

4.4 Laskennassa käytettävä aineisto

Elinkaarikustannuslaskennassa on käytetty laskennan lähtötietoina kohteen talousarviosta (vuosille 2015- 2020) saatavia kiinteistöön kohdistuvia kuluja. Näitä ovat muun muassa henkilöstö-, hallintopalvelu-, huolto- ja käyttökulut, puhtaanapito ja pienimuotoiset korjauskulut. Energian kulutustiedot on saatu simuloinnin tuloksena ja kaupungin omista tilastoista. Energianhinnoittelu on tehty kaupungin sopimushinnoilla. Vuokramääritykset on saatu Tilakeskuksen Tilahallinta- yksiköltä. [6]

Rahoituslaskelma on laskettu Kuntarahoituksen myöntämistä velkakirjoista. Laskentakorkona kaupunki käyttää omalle pääomalle 5 %. Toteutuneena rakennushankkeen investointikustannuksena tässä työssä käytettiin hankkeen projektijohtaja Pekka Vikkulalta saatua loppukustannusennustetta, joka oli noin 52, 318 miljoonaa euroa (alv 0 %). Taloudellista loppuselvitystä ei ollut vielä tehty, kun tämän työn laskelmia tehtiin.

Tässä hankkeessa ei ollut saatavilla PTS-ohjelmaa (pitkän tähtäimen suunnitelma) kunnossapitokorjausten ja rakennusosien uusimisen tarpeista. Laskennassa käytettiin apuna perusparannuksen ajankohdan määrittelemiseksi Trellum Oy:n Espoon kaupungille tekemää tutkimusta (kohta 4.5). Perusparannusajankohta 25 vuoden tarkastelujaksolla sijoittui 20 vuoden kohdalle, jolloin kuntoluokituksen mukaan rakennuksen kunto on pudonnut luokkaan tyydyttävä (60- 75 %). Vastaavasti 50 vuoden tarkastelujaksolla toinen perusparannusajankohta sijoittui 40 vuoden kohdalle (katso kohta 4.5.3 kuva 11).

4.5 Aikaisempien tutkimusten hyödyntäminen

Espoon kaupungille on luotu Trellum Korjausvelkaindeksi -hankkeen kautta laskentäsäännöt, käsitteet omaisuuden tunnuslukujen ja tietojen keräykseen sekä laskentaan. Hankkeessa tutkittiin 13 eri kaupungin kiinteistöomaisuuksia ja tuotettiin tunnuslukuja, joilla voidaan luotettavasti seurata rakennusten arvojen, korjausvelan ja perusparannus- sekä peruskorjaustarpeen kehittymistä kaupungeittain. Kaupunkien laskentatavat rakennusten teknisten ja jälleenhankinta-arvojen määrittelyyn vaihtelevat jonkin verran, jolloin korjausvelan absoluuttisen rahamäärän vertailut kaupungeittain eivät aina ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Teknisen ja jälleenhankinta-arvon määrittelyyn ei ole olemassa yleispätevää ohjeistusta, jolloin määrittelytapojen vaihdellessa myös korjausvelka ja perusparannustarpeen tunnusluvut vaihtelevat kaupungeittain. [31]

4.5.1 Korjausvelkaindeksi

Tässä työssä on käytetty edellä mainitun Trellum Korjausvelkaindeksi -hankkeen määritelmiä ja laskentasääntöjä teknisen arvon sekä jälleenhankinta-arvon määrittämiseen.

Seuraavassa on esittely Korjausvelkaindeksi -hankkeen määritelmistä [31]:

- **Korjausvelkaindeksi** mittaa joko omistettujen tai käytettyjen rakennusten vuosittaista korjausvelan muutosta.
- Keskeisimmät korjausvelkaan sekä perusparannustarpeeseen vaikuttavat tekijät ovat:
 - ✓ rakennusten kuluminen,
 - ✓ kaikki rakennuksiin kohdistuneet investoinnit sekä suuremmat kunnossapitotyöt,
 - ✓ rakennusten myynnit ja purut sekä
 - ✓ rakentamisen kustannustason muutos
- Korjausvelkaindeksissä tuotetaan kolme erillistä omaisuuden hallintaan liittyvää tunnuslukua, joiden kehitystä korjausvelkaindeksissä seurataan. Tunnusluvut ovat,
 - ✓ korjausvelka
 - ✓ peruskorjaustarve sekä
 - ✓ perusparannustarve
- **Korjausvelka** kuvaa määritelmällisesti sitä, kuinka paljon koko salkun rakennuksista on vuosien saatossa tingitty rahaa, jotta ne olisivat fyysisesti tämän päivän käyttöä vastaavassa kunnossa.
- **Peruskorjaustarve** puolestaan kuvaa sitä, kuinka paljon salkun huonokuntoisiin rakennuksiin tulisi investoida rahaa, jotta ne olisivat alkuperäiseen tasoon nähden erinomaisessa kunnossa. Peruskorjaustarve ei määritelmällisesti sisällä niitä investointeja, joilla rakennukset nostetaan tämän päivän toiminnalliseen tai lainsäädännölliseen tasoon.
- **Perusparannustarve** taas kuvaa määritelmällisesti sitä, kuinka paljon huonokuntoisiin rakennuksiin tulisi koko salkun tasolla investoida rahaa, jotta ne olisivat tämän päivän uusien käyttötarkoitukseltaan vastaavien rakennusten tasoisessa kunnossa. Perusparannustarve sisältää myös toiminnalliset muutokset eli ne toimenpiteet, jotka rakennukset vaativat vastatakseen tämän päivän toiminnallisia ja lainsäädännöllisiä vaatimuksia.

Seuraavassa kuvassa 10 esitetään korjausvelan, peruskorjaustarpeen ja perusparannustarpeen lähtökohdat.



Kuva 10. Kiinteistöomaisuuden tunnuslukujen lähtökohtia [31].

4.5.2 Tekninen arvo ja jälleenhankinta-arvo (JHA)

Tekninen arvo (tekninen nykyarvo, nykyarvo, nykyhintaa) kuvaa sitä arvoa, joka saadaan kun rakennuksen jälleenhankinta-arvosta vähennetään rakennuksen iän, käytön, kulumisen, käyttökelpoisuuden alenemisen ja vanhanaikaisuuden johdosta tapahtunut arvon aleneminen. Tekniseen arvoon vaikuttavat rakennuksen kunto ja suoritettujen toimenpiteiden sekä vuosittainen kuluminen. [31]

Jälleenhankinta-arvo (jälleenhankintahinta, uudishinta) kuvaa sitä rahamäärää, joka tarvitaan uuden vastaavan rakennuksen rakentamiseen. Uusissa rakennuksissa jälleenhankinta-arvo saadaan lähtötilanteesta määritellyn investoinnin kautta eli kuinka paljon rahaa rakennuksen rakentamiseen on kaikkiaan käytetty.

Uudehkoissa rakennuksissa (ikä < 10 vuotta) jälleenhankinta-arvo voidaan lähtötilanteesta niin ikään määrittää investoinnin kautta indeksoimalla alkuperäinen investointi rakennuskustannusindeksillä haluttuun tarkasteluajankohtaan. Vanhoissa rakennuksissa jälleenhankinta-arvo puolestaan määritellään arvioimalla olosuhteiltaan ja ominaisuuksiltaan vastaavan rakennuksen rakentamisesta aiheutuvat kustannukset. Arvioinnissa voidaan käyttää Haahtela- Kehitys Oy:n julkaisemaa ”Talonrakennusten kustannustieto”- kirjaa, jossa on muun muassa arvioitu käyttötarkoituksellisia uudishintoja (jälleenhankinta-arvoja) eri rakennustyypeistä. [31]

Rakennusten kuluminen (vuosittainen korjausvastuu). Rakennus alkaa kulua välittömästi valmistumisen jälkeen. Teknisessä arvossa osa rakennuksesta on ns. kulumatonta tai sen pitoikä on teoriassa erittäin pitkä (>100 v). Kulumattomaan osuuteen luetaan yleensä rakennuksen perustukset, vaippa sekä runkorakenteet. Yleisesti kulumattomana osuutena käytetään 30 % rakennuksen jälleenhankinta-arvosta. Loppu (keskimäärin 70 %) kuluu käytetystä poistomallista riippuen, joista yleisimpiä ovat,

- ✓ lineaarinen kuluminen esim. 70 % / 40 vuotta, jolloin vuosittainen korjausvastuu on 1,75 %
- ✓ toisen asteen yhtälö (x^2) jolloin esim. 70 % / 35 vuotta, jolloin vuosittainen korjausvastuu vaihtelee 0,04 % - 4,5 % vuodessa
- ✓ rakennusosittainen kuluminen, jolloin rakennusosat poistavat itsensä eri pitoiällä (esim. 10 % uudishinnasta 10 vuotta, 10 % uudishinnasta 20 vuotta, 30 % uudishinnasta 30 vuotta ja 20 % uudishinnasta 40 vuotta). Tässä arvioidaan 70 %:lle rakennuksen rakennusosista eripituiset pitoiät. Kun rakennusosa on kulunut loppuun, poisto pienenee.

Kuntoluokka- % ($Kla = \text{tekninen arvo} / \text{jälleenhankinta-arvo}$), kuvaa rakennuksen kuntoa arvioituna teknisen ja jälleenhankinta-arvon kautta. Kun rakennuksen tekninen arvo jaetaan jälleenhankinta-arvolla, saadaan tunnusluku, joka yleisemmin vaihtelee 30 % - 100 % välillä. Näistä arvoista voidaan muodostaa rakennusten kuntoluokat seuraavasti:

- < 50 % rakennuksen kunto heikko
- 50 % - 60 % rakennuksen kunto välttävä
- 60 % - 75 % rakennuksen kunto tyydyttävä
- 75 % - 90 % rakennuksen kunto hyvä
- > 90 % rakennuksen kunto erinomainen

Rakennuksen ajallista kulumista voidaan siis tarkastella rakennuksen kuntoluokan eli nykykunnan kehittymisen kautta (tekninen/jälleenhankinta-arvo). Uuden rakennuksen kuntoluokka ja nykykunto ovat lähtötilanteessa 100 % ja välittömästi valmistumisensa jälkeen rakennus alkaa kulua, jolloin kuntoluokka ja nykykunto vuosittain laskevat. [31]

4.5.3 Hankkeessa käytetyt arvot

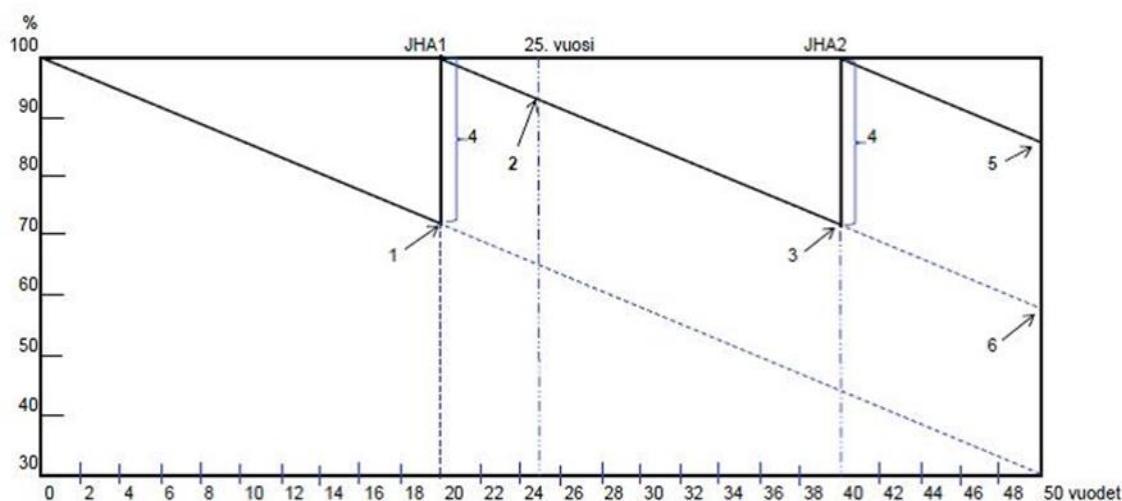
Tässä työssä tarkastellaan tilaajan määrittelemiä 25 ja 50 vuoden elinkaaria KOY Opinmäki Kampukselle. Kyseessä on kesällä 2015 valmistunut uudisrakennus. Tarkastelussa käytetään lineaarista kulumista eli 70 % / 50 vuotta, jolloin vuosittainen korjausvastuu on 1,4 %. Kulumisvauhtiin on oletettu vaikuttavan rakennuksen käyttöaste, tä-

män hetkinen kaupungin kiinteistönhoidon taso ja kunnossapito. Usein korjaustöissä joudutaan tarpeettomasti uusimaan rakennusosia, joiden tekninen käyttöikä ei ole vielä lopussa. Esimerkkinä tietoteknisten osien uusimisen tieltä purettavat rakennusosat kuten muun muassa alakatot tai väliseinät. Korjausrakentamisen vauhti on hitaampaa kuin uudisrakentamisen, mikä vaikuttaa korjauskustannuksia korottavasti.

Kulumattomaksi osaksi arvioidaan 30 % eli runko, joka kuluu muita rakennusosia huomattavasti hitaammin. Tutkittavassa hankkeessa on oletettu, kun rakennuksen kunto heikentyy kuntoluokkaan tyydyttävä (60- 75 %), niin tehdään perusparannus. Tällöin ensimmäinen perusparannusajanjakso sijoittui 20 vuoden ja seuraava 40 vuoden kohdalle.

Miksi tässä hankkeessa huomioidaan perusparannus eikä peruskorjaus? Perusparannus huomioidaan, koska hankkeen alkuperäisessä budjetissa ei ole varattu riittävästi rahaa vuosittaisille kunnossapito- ja muutuskustannuksille, ja rakennuksen halutaan vastaavan tämän päivän toiminnallisia ja lainsäädännöllisiä vaatimuksia. Myös omistajan halu pitää rakennuksen kuntoluokkataso vähintään tyydyttävällä tasolla, johtaa korjaustoimenpiteisiin.

Kuvassa 11 on esitetty graafisesti teknisen arvon ja jälleenhankinta-arvon muodostuminen lineaarisella 1,4 % /a kulumisella ja suunnitelluilla perusparannuksilla.



Kuva 11. KOY Opinmäki Kampuksen teknisten arvojen ja jälleenhankinta-arvojen muodostuminen 25 ja 50 vuoden elinkaaren tarkastelujaksoilla.

Tarkastelujakso 25 vuotta

Kuvan 11 piste 1: rakennuksen arvo 20 vuoden aikana on kulumisen seurauksena pudonnut 100 %:sta 72 %:iin. Kiinteistöön investoitu raha on 52 318 000 € (100 %), jolloin rakennuksen arvo 20 vuoden kohdalla on 37 668 960 €.

Jos rakennuksen annetaan lineaarisesti kulua vuoteen 25 asti, on rakennuksen arvo pudonnut 65 % eli 34 006 700 €. Tämä olisi myös rakennuksen tekninen arvo vuonna 25 ilman perusparannusta.

Kuvan 11 piste 2: vuoden 20 kohdalla on päätetty tehdä perusparannus, jolloin rakennuksen taso nostetaan 100 %:iin, missä se oli uutena. Perusparannuksen hinta on tällöin 14 649 040 € ilman inflaatiokorjausta. Inflaatiokorjattuna (inflaatio-odotus 2 %) perusparannuksen hinnaksi saadaan 21 767 697 € (väli pisteessä 4). Tämä hinta lisätään pisteen 1 arvoon, jolloin saadaan jälleenhankinta-arvo (JHA1) 59 436 657 €. Saadusta JHA1:sta lasketaan lineaarinen kuluminen vuoteen 25 asti, jolloin rakennuksen tekniseksi arvoksi perusparannuksen jälkeen saadaan **55 276 091 €** (=jäännösarvo vuonna 2039).

Tarkastelujakso 50 vuotta

Kuvan 11 piste 1: tekninen arvo ja JHA1 samat kuten 25 vuoden tarkastelussa.

Jatketaan tarkastelua pisteestä 3, jolloin seuraava perusparannus on suunniteltu tehtävän vuonna 40. Jälleenhankinta-arvosta JHA1 on rakennuksen arvo lineaarisen kulumisen seurauksena pudonnut 100 %:sta 72 %:iin eli 42 794 393 €.

Jos rakennuksen annetaan lineaarisesti kulua JHA1:sta vuoteen 50 asti, on rakennuksen arvo pudonnut 58 % (piste 6) eli 34 473 261 €. Tämä olisi myös rakennuksen tekninen arvo vuonna 50 ilman toista, vuonna 40, tehtäväksi suunniteltua perusparannusta.

Vuoden 40 kohdalla on päätetty tehdä toinen perusparannus, jolloin rakennuksen taso nostetaan 100 %:iin. Perusparannuksen hinta on tällöin 16 642 264 € ilman inflaatiokorjausta. Inflaatiokorjattuna (inflaatio-odotus 2 %) perusparannuksen hinnaksi saadaan 24 729 522 € (väli pisteessä 4). Tämä hinta lisätään pisteen 3 arvoon, jolloin saadaan jälleenhankinta-arvo (JHA2) 67 523 915 €. Saadusta JHA2:sta lasketaan lineaarinen kuluminen vuoteen 50 asti (arvoon 86 %, piste 5), jolloin rakennuksen tekniseksi arvoksi perusparannusten jälkeen saadaan **58 070 567 €** (=jäännösarvo vuonna 2064).

Näitä tarkastelujaksojen lopulle saatuja teknisiä arvoja, joissa perusparannukset on huomioitu, käytetään hankkeen jäännösarvoina. Ohjelman laskema jäännösarvo muodostuu tarkastelujakson viimeisen vuoden yhteenlasketuista laskennallisista kirjanpitoarvoista. Se on tulokseltaan täysin sama kuin edellä esitetyt käsin lasketut tekniset arvot.

5. ELINKAARIKUSTANNUSLASKENNAN TU- LOKSET JA ANALYSOINTI

5.1 Otteita ja havaintoja kohteen laskennasta

Elinkaarikustannukset on laskettu nimellisillä arvoilla eli laskelmissa on otettu huomioon 2 % inflaatio-odotus. Inflaatiomuutoksen keskiarvo vuositasolla on määritelty Tilastokeskuksen tilastoista viimeiseltä 25 vuodelta.

Vuokrasopimuksissa on sovittu kiinteästä viiden vuoden neliövuokrasta vuoteen 2020, jonka jälkeen huomioidaan 2 % vuosittainen korotus. Laskennassa ei ole huomioitu perusparannusinvestointien vaikutusta vuokraan perusparannusten jälkeiseltä ajalta. Siitä huolimatta tehdyissä laskelmissa tuotot kattavat menot koko tarkastelujakson ajan. Herkkyystarkasteluilla voidaan etsiä tuotoille kriittinen piste, jolloin nähdään milloin alkuperäinen investointi ei ole enää kannattava.

TUOSLASKELMA		1/2015	12/2015	12/2016	12/2017	12/2018
Euro						
Kk per jakso			12	12	12	12
Tuotot eriteltynä:						
+	SITO		11 989	24 261	24 261	24 261
+	vuokrattavat neliöt, m ²		78,0	78,0	78,0	78,0
*	neliövuokra/kk 2,00 %		30,74	25,92	25,92	25,92
*	vuokrausaste		100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %
*	vuokrakuukaudet/vuosi		5	12	12	12
+	Päiväkehrän koulu		885 389	1 791 746	1 791 746	1 791 746
+	Espoo International school		605 332	1 225 000	1 225 000	1 225 000
+	Suomenkielinen päivähoito		274 062	554 615	554 615	554 615
+	Kulttuuritoimi, varastoja		2 920	5 910	5 910	5 910
+	Kirjasto Tiedonsilta		119 056	240 932	240 932	240 932
+	Liikuntatoimi, 1/2 liikunta- ja oheistiloista		165 965	335 861	335 861	335 861
+	Nuorisotoimi, sali ja toimistotiloja		110 910	224 446	224 446	224 446
+	Ruokapalvelu, keittiöt ja jakelualueet		69 319	140 279	140 279	140 279
Tuotot		0	2 244 942	4 543 050	4 543 050	4 543 050

Kuva 12. Vuokratuottonäkymä laskelmassa.

Edellä mainitut asiat johtavat siihen, että PTS- ohjelma tulee entistä tärkeämmäksi myös uudisrakennusten suunnittelussa, jolloin voidaan tarkalleen määrittää korjausajankohdat ja niiden vaikutus tuottoihin. Laskelmaan ei ole arvioitu perusparannuksesta aiheutuvia väistöilakustannuksia eikä niiden vaikutusta vuokratuottoihin. On oletettu, että vuokratuottoja saadaan koko tarkastelujakson ajan, olipa vuokralainen varsinaisissa vuokratiiloissa tai väistötiloissa. Kuvan 12 mukaan on laskennassa vuokratilojen vuokrausasteena huomioitu 100 %. Epävarmuuden laskentaan tuo vuokrausasteen muutokset. Niitä on vaikea ennustaa vuosikymmeniksi eteenpäin, mikäli vuokrasopimus ei kata koko elinkaaren aikaa.

Investoinnit on syötetty ohjelmaan saatujen kustannustietojen mukaisesti. Kuvan 13 mukaiset rahoituskulut on saatu ohjelmassa olevasta erillisestä rahoituslaskelmasta. Laskennalliset poistot kuvaavat rakennuksen vuosittaista lineaarista kulumaa, jonka muodostuminen on esitetty aiemmin kuvassa 11. Kaupunki käyttää rakennusten investointien osalta 20 vuoden tasapoistoa.

INVESTOINNIT (-) / REALISOINNIT (+)		1/2015	12/2015	12/2016	12/2017	12/2018
<input checked="" type="checkbox"/> Laskennalliset poistot						
Kk per jakso	Poisto-%		12	12	12	12
1 Suunnittelukustannukset		-4 500 000				
... Poistot (tasapoisto)	5,00%		-225 000	-225 000	-225 000	-225 000
Kirjanpitoarvo		4 500 000	4 275 000	4 050 000	3 825 000	3 600 000
... Laskennalliset poistot	1,40%		-63 000	-63 000	-63 000	-63 000
Laskennallinen kirjanpitoarvo		4 500 000	4 437 000	4 374 000	4 311 000	4 248 000
2 Rakennuskustannukset		-47 040 550				
... Poistot (tasapoisto)	5,00%		-2 352 028	-2 352 028	-2 352 028	-2 352 028
Kirjanpitoarvo		47 040 550	44 688 523	42 336 495	39 984 468	37 632 440
... Laskennalliset poistot	1,40%		-658 568	-658 568	-658 568	-658 568
Laskennallinen kirjanpitoarvo		47 040 550	46 381 982	45 723 415	45 064 847	44 406 279
3 Rakennusaikaiset rahoituskulut		-777 450				
... Poistot (tasapoisto)	5,00%		-38 873	-38 873	-38 873	-38 873
Kirjanpitoarvo		777 450	738 578	699 705	660 833	621 960
... Laskennalliset poistot	1,40%		-10 884	-10 884	-10 884	-10 884
Laskennallinen kirjanpitoarvo		777 450	766 566	755 681	744 797	733 913

Kuva 13. Investointikulunäkymä laskennassa.

Perusparannusinvestointi on huomioitu 25 vuoden tarkastelujaksossa kustannuksena 20 vuoden kohdalla, vuonna 2034, kuten kuvassa 14 on esitetty. Vastaavasti 50 vuoden tarkastelujaksossa perusparannusinvestoinnit on huomioitu 20 ja 40 vuoden kohdalla kustannuksina.

	12/2034	12/2035	12/2036	12/2037	12/2038	12/2039	Jäännös (12/2039)
	12	12	12	12	12	12	0
	-225 000						0
	0	0	0	0	0	0	0
	-63 000	-45 360	-45 360	-45 360	-45 360	-45 360	0
	3 240 000	3 194 640	3 149 280	3 103 920	3 058 560	3 013 200	0
	-2 352 028						0
	0	0	0	0	0	0	0
	-658 568	-474 169	-474 169	-474 169	-474 169	-474 169	0
	33 869 196	33 395 027	32 920 859	32 446 690	31 972 521	31 498 352	0
	-38 873						0
	0	0	0	0	0	0	0
	-10 884	-7 837	-7 837	-7 837	-7 837	-7 837	0
	559 764	551 927	544 091	536 254	528 417	520 581	0
	-21 767 697						0
		-1 088 385	-1 088 385	-1 088 385	-1 088 385	-1 088 385	0
	21 767 697	20 679 312	19 590 927	18 502 542	17 414 158	16 325 773	0
		-304 748	-304 748	-304 748	-304 748	-304 748	0
	21 767 697	21 462 949	21 158 201	20 853 454	20 548 706	20 243 958	0
							55 276 091

Perusparan-
nusinvestointi

Kuva 14. Perusparannuskulu- ja jäännösarvonäkymä laskennassa.

Vastaavasti kiinteistöön kohdistuvat kulut on huomioitu tuloslaskelmassa kuvan 15 osoittamalla tavalla. Kulut perustuu Opinmäki Kampuksen talousarvioon vuosille 2015-2020. Energian kustannusnousulle on huomioitu 4,5 % vuotuinen varaus, kaikille muille 2 %. Ensimmäisessä kulusarakkeessa ovat kulut esitetty puolen vuoden ajalta.

Kiinteistön hoitokulut		0	-456 724	-775 397	-797 155	-819 629	-842 847
Hallintopalvelut €/vuosi			-23 000	-23 460	-23 929	-24 408	-24 896
Huolto ja käyttökulut €/vuosi			-72 000	-73 440	-74 909	-76 407	-77 935
Henkilöstökulut			-101 250	-206 550	-210 681	-214 895	-219 193
Puhtaanapito			-50 000	-51 000	-52 020	-53 060	-54 122
Lämpö, vuosikustannus	4,50 %		-50 000	-100 000	-104 500	-109 203	-114 117
Vesi ja jätevesi, vuosikustannus	2,00 %		-8 000	-16 000	-16 320	-16 646	-16 979
Sähkö, vuosikustannus	4,50 %		-75 000	-150 000	-156 750	-163 804	-171 175
Jätehuolto, vuosikustannus	2,00 %		-7 000	-14 000	-14 280	-14 566	-14 857
Vakuutukset, vuosikustannus	2,00 %		-3 500	-7 000	-7 140	-7 283	-7 428
Vuokrat (tontti) vuosikustannus	2,00 %		-66 974	-133 947	-136 626	-139 358	-142 146
Kiinteistöverot ja korjauskulut		0	-63 000	-76 020	-77 060	-78 602	-80 174
Kiinteistövero, vuosikustannus	2,00 %		-50 000	-51 000	-52 020	-53 060	-54 122
Vuosikorjauskulut			-12 000	-24 000	-24 000	-24 480	-24 970
Muut kulut	2,00 %		-1 000	-1 020	-1 040	-1 061	-1 082

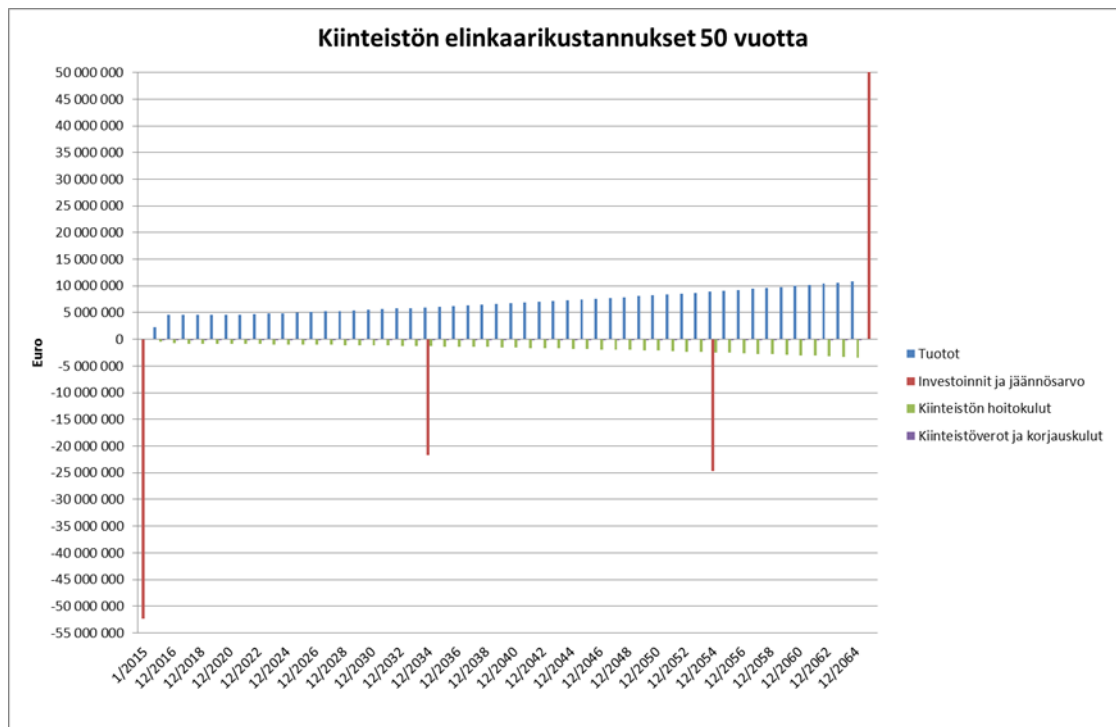
Kuva 15. Kulunäkymä laskennassa.

Seuraavissa kuvissa 16 ja 17 on esitetty yhteenveto KOY Opinmäki Kampus elinkaari-kustannuksista 25 ja 50 vuoden tarkasteluajanjaksolta.

Kuvissa esitetään kassavirtalaskelman tuotot, investoinnit, jäännösarvo, kiinteistön hoito- ja korjauskulut.



Kuva 16. Kiinteistön elinkaarikustannukset 25 vuoden ajalta.



Kuva 17. Kiinteistön elinkaarikustannukset 50 vuoden ajalta.

5.2 Tulokset

Investointilaskelman lopputuloksena ohjelmasta saadaan kannattavuusanalyysi. Kannattavuusanalyysistä nähdään muun muassa onko kokonaisinvestointi kannattava ja mikä on takaisinmaksuaika. Mikäli jäännösarvo on huomioitu laskelmassa, näkyy sen nykyarvo kannattavuusanalyysissä. Tulos voidaan esittää kannattavuusanalyysissä oman pääoman kannattavuuden (kuva 18) ja/tai koko investoinnin suhteen (kuva 19). Liitteessä 1 on esitetty 25 vuoden elinkaaritarkastelujakson kannattavuusanalyysi kokonaisuudessaan.

Omale pääomalle				
Oman pääoman tuottovaatimus	5,00 %			
Diskontattu FCFE ilman jäännösarvoa	3 068 182			
+ Jäännösarvon nykyarvo omalle pääomalle	16 323 183			
- Velkajäännöskorjaus	0			
Nykyarvo omalle pääomalle (NPVe)	19 391 365	>= 0	->	kannattava
NPVe kuukausiannuiteettina	112 109			
Sisäinen korkokanta omalle pääomalle (IRRe)	11,51 %	>= 5 %	->	kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta omalle pääomalle (MIRRe)	7,89 %	>= 5 %	->	kannattava
Takaisinmaksuaika omalle pääomalle, vuosia	23,0	Peruste: diskontattu FCFE		

Kuva 18. Kannattavuus tarkasteltuna omalle pääomalle.

Kuvassa 18 on esitetty 25 vuoden elinkaarilaskelman tulos, jossa on tarkasteltu kannattavuutta oman pääoman tuottovaatimuksen suhteen. Alun perin omaa pääomaa on hankkeeseen investoitu 12 715 000 €. Tuloksesta nähdään investoinnin olevan kannattava sekä nettonykyarvolla että sisäisellä korkokannalla mitattuna. Sisäisen korkokannan ollessa \geq kuin oman pääoman tuottovaatimus, on investointi kannattava. Tässä tuloksessa sisäinen korkokanta on 11,51 %, joka on huomattavasti suurempi kuin omistajan asettama oman pääoman tuottovaatimus 5 %.

Kuvassa 19 nähdään, tarkasteltaessa 25 vuoden elinkaarta, kokonaisinvestoinnin olevan kannattava sekä nettonykyarvolla että sisäisellä korkokannalla mitattuna. Nettonykyarvon ollessa ≥ 0 ja sisäisen korkokannan ollessa suurempi kuin pääoman tuottovaatimuksen, on investointi kannattava.

KANNATTAVUUSANALYYSI					
Projekti kuvaus		KOY Opinmäen Kampus		Euro	
Yhtiölle					
Kokonaisinvestointi, nimellisarvo		74 085 697	Diskontatut investoinnit		64 789 612
Pääoman tuottovaatimus		2,82 %			
Tarkasteluaika		25,0	vuotta	1/2015 - 12/2039	
Laskenta-ajankohta		1/2015	(Kauden alussa)		
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo		Nimellinen	Nykyarvo	Kommentit	
± Operatiivisen kassavirran nykyarvo			70 136 088	Jäännösarvo vuonna 2039	
+ Jäännösarvon nykyarvo			27 553 385	55 276 091	
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo			97 689 473		
- Reinvestointien nykyarvo		0	0		
Nykyarvo yhteensä (PV)			97 689 473		
Investointiehdotus		Nimellinen	Nykyarvo	Nimellisessä mukana alkuinvestointi ja perusparannuskulu	
- Ehdotetut investoinnit, hyödykkeet		-74 085 697	-64 789 612		
+ Investointisubventiot		0	0		
Investointiehdotus		-74 085 697	-64 789 612		
Nettonykyarvo (NPV)			32 899 861	>= 0	-> kannattava
NPV kuukausiannuiteettina			152 413		
Sisäinen korkokanta (IRR)		6,41 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta (MIRR)		4,59 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Suhteellinen nykyarvo (PI)		1,51	>= 1	->	kannattava
Takaisinmaksuaika (Payback), vuosia		22,9	Peruste: diskontattu FCF		

Kuva 19. 25 vuoden elinkaarilaskelman tulostäky näkymä kannattavuusanalyysissä.

Kannattavuusanalyysistä nähdään, että kokonaisinvestoinnin nimellisarvo on 74 085 697 € eli alkuperäinen investointikustannus 52 318 000 € lisättynä perusparannusinvestoinnilla 21 767 697 € (katso kuva 11). Jos hanke olisi saanut subventiota, eli tukea valtiolta, olisi se huomioitu laskelmassa. Se näkyisi kannattavuusanalyysissä kohdassa investointisubventiot. Tässä hankkeessa ei subventioita ollut.

Kuvista 18 ja 19 huomataan ero sisäisessä korkokannassa. Erona on tuottovaatimuksen muodostuminen. Omalle pääomalle on asetettu 5 % tuottovaatimus, kun taas kokonaisinvestoinnissa WACC muodostuu seuraavasti: oman pääoman tuottovaatimuksesta,

lainarahan koroista sekä oman pääoman ja lainarahan suhteesta. Sisäinen korkokanta kokonaisinvestoinnissa on 2,82 %.

Kommenttikenttään on linkitetty kassavirtalaskelma- välilehdeltä jäännösarvo tarkasteluajanjakson lopussa ja jäännösarvon nykyarvo tulee suoraan näkyviin laskennasta kannattavuusanalyysiin. Jäännösarvoa ei oteta huomioon takaisinmaksuaikaa laskettaessa, vain kassavirta todelliselta tarkasteluajalta. Tämä siitä syystä, että jäännösarvot ovat usein merkittäviä ja tekevät kumulatiivisesta diskontatusta kassavirrasta positiivisen riippumatta tarkasteluajan pituudesta [10].

Kuvassa 20 nähdään, että kannattavuusanalyysi 50 vuoden tarkasteluajanjaksolta antaa samanlaisen tuloksen kuin 25 vuoden tarkasteluajanjakso. Investointi on kannattava sekä netto nykyarvolla että sisäisellä korkokannalla mitattuna. Kokonaisinvestoinnin ollessa 98 815 219 €, sisältäen kaksi perusparannusinvestointia alkuinvestoinnin lisäksi.

KANNATTAVUUSANALYYSI					
Projekti kuvaus		KOY Opinmäen Kampus		Euro	
Yhtiölle					
Kokonaisinvestointi, nimellisarvo		98 815 219	Diskontatut investoinnit	72 907 367	
Pääoman tuottovaatimus		2,82 %			
Tarkasteluaika		50,0	vuotta	1/2015 - 12/2064	
Laskenta-ajankohta		1/2015	(Kauden alussa)		
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo		Nimellinen	Nykyarvo	Kommentit	
± Operatiivisen kassavirran nykyarvo			123 240 342	Jäännösarvo vuonna 2064:	
+ Jäännösarvon nykyarvo			14 428 837	58 070 567	
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo			137 669 179		
- Reinvestointien nykyarvo		0	0		
Nykyarvo yhteensä (PV)			137 669 179		
Investointiehdotus		Nimellinen	Nykyarvo		
- Ehdotetut investoinnit, hyödykkeet		-98 815 219	-72 907 367		
+ Investointisubventiot		0	0		
Investointiehdotus		-98 815 219	-72 907 367		
Nettonykyarvo (NPV)			64 761 812	>= 0	-> kannattava
NPV kuukausiannuiteettina			200 216		
Sisäinen korkokanta (IRR)		6,88 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta (MIRR)		4,21 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Suhteellinen nykyarvo (PI)		1,89	>= 1	->	kannattava
Takaisinmaksuaika (Payback), vuosia		22,9	Peruste: diskontattu FCF		

Kuva 20. 50 vuoden elinkaarilaskelman tulostäky näkymä kannattavuusanalyysissä.

Molemmassa elinkaaritarkasteluissa investointi näyttää tulevan kannattavaksi vaikka perusparannukset tehdään uuden rakennuksen tasoon ja eikä niiden investointikulua ole huomioitu vuokratason määrittelyssä.

Kunnossapitokustannusten arviointina voitaisiin käyttää Myyryläisen [4, sivut 69- 70] mukaan kunnossapidon laatutasoa suhteessa jälleenhankinta-arvoon. Kunnossapitokustannus otettaisiin huomioon prosenttina/vuosi rakennuksen jälleenhankinta-arvosta. Kunnossapidon laatutasot ovat heikko, välttävä, tyydyttävä, hyvä, laadukas ja korkeatasoinen. Kunnossapitokustannusprosenttien vaihdella heikosta 0,0 % korkeatasoisen laatutason 0,5 % vuodessa.

Tässä työssä on tehty vertailulaskelmia, joissa on huomioitu vuosikorjauskulut laatutason Hyvä 0,3 % /a mukaisesti. Vuosikorjauskulut on laskelmissa otettu huomioon takuuajan päättymisestä alkaen, eli alkuvuodesta 2018. Lineaarinen kuluminen vuositavalla on sama kuin edellä esitetyissä laskelmissa. Perusparannusinvestointeja ei ole samanaikaisesti otettu huomioon vertailulaskelmissa. Rahoituskulut ja -laskelma sekä tuotot on huomioitu kuten edellä esitetyissä laskelmissa. Laskelmat tehtiin sekä 25 että 50 vuoden elinkaaren ajalle. Tulokset on esitetty seuraavissa kannattavuusanalyysikuvissa 21 ja 22.

KANNATTAVUUSANALYYSI					
Projekti kuvaus		KOY Opinmäen Kampus		Euro	
Yhtiölle					
Kokonaisinvestointi, nimellisarvo		52 318 000	Diskontatut investoinnit	52 318 000	
Pääoman tuottovaatimus		2,82 %			
Tarkasteluaika		25,0	vuotta	1/2015 - 12/2039	
Laskenta-ajankohta		1/2015	(Kauden alussa)		
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo		Nimellinen	Nykyarvo	Kommentit	
± Operatiivisen kassavirran nykyarvo		67 478 364		Jäännösarvo vuonna 2039	
+ Jäännösarvon nykyarvo		17 744 063		35 597 167	
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo		85 222 427			
- Reinvestointien nykyarvo		0	0		
Nykyarvo yhteensä (PV)		85 222 427			
Investointiehdotus		Nimellinen	Nykyarvo		
- Ehdotetut investoinnit, hyödykkeet		-52 318 000	-52 318 000		
+ Investointisubventiot		0	0		
Investointiehdotus		-52 318 000	-52 318 000		
Nettonykyarvo (NPV)		32 904 427	>= 0	->	kannattava
NPV kuukausiannuiteettina		152 434			
Sisäinen korkokanta (IRR)		6,48 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta (MIRR)		4,85 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Suhteellinen nykyarvo (PI)		1,63	>= 1	->	kannattava
Takaisinmaksuaika (Payback), vuosia		18,8	Peruste: diskontattu FCF		

Kuva 21. 25 vuoden elinkaarilaskelman tulostulokset vuosikorjauskuluilla.

Kuvasta 21 nähdään investoinnin olevan kannattava vaikka vuosikorjauksiin on huomioitu vuositavalla 0,3 % jälleenhankinta-arvosta.

KANNATTAVUUSANALYYSI				
Projekti kuvaus	KOY Opinmäen Kampus			Euro
Yhtiölle				
Kokonaisinvestointi, nimellisarvo	52 318 000	Diskontatut investoinnit	52 318 000	
Pääoman tuottovaatimus	2,82 %			
Tarkastelu aika	50,0	vuotta	1/2015 - 12/2064	
Laskenta-ajankohta	1/2015	(Kauden alussa)		
<u>Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo</u>	<u>Nimellinen</u>	<u>Nykyarvo</u>	<u>Kommentit</u>	
± Operatiivisen kassavirran nykyarvo		118 081 836	Jäännösarvo 50 v. päästä:	
+ Jäännösarvon nykyarvo		6 497 458		
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo		124 579 294		
- Reinvestointien nykyarvo	0	0	Sijoituksen nettonykyarvo diskonttokoron, tuottojen ja kustannusten perusteella (NNA)	
Nykyarvo yhteensä (PV)		124 579 294		
<u>Investointiehdotus</u>	<u>Nimellinen</u>	<u>Nykyarvo</u>	= operatiivisen kassavirran nykyarvo	
- Ehdotetut investoinnit, hyödykkeet	-52 318 000	-52 318 000		
+ Investointisubventiot	0	0		
Investointiehdotus	-52 318 000	-52 318 000		
Nettonykyarvo (NPV)		72 261 294	>= 0	-> kannattava
NPV kuukausiannuiteettina		223 401		
Sisäinen korkokanta (IRR)		7,38 %	>= 2,82 %	-> kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta (MIRR)		4,62 %	>= 2,82 %	-> kannattava
Suhteellinen nykyarvo (PI)		2,38	>= 1	-> kannattava
Takaisinmaksuaika (Payback), vuosia		18,8	Peruste: diskontattu FCF	

Kuva 22. 50 vuoden elinkaarilaskelman tulostäky näkymä vuosikorjauskuluilla.

Kuvista 21 ja 22 voidaan todeta, että vuosikorjauskulujen huomioimisella hankkeessa ei ole kannattavuutta heikentävää vaikutusta, sillä määritetyillä tuotoilla saadaan katettua kulut. Itse asiassa kannattavuus näyttää paranevan tarkasteltaessa 50 vuoden elinkaarta. Tässä on kuitenkin muistettava huomioida pitkän aikavälin ennustettavuus ja sen epätarkkuus elinkaaren loppua kohden mentäessä.

Laskelmien tuloksena on, että vuosikorjauskulujen huomioiminen ilman perusparannusinvestointeja ei heikennä kannattavuutta, mutta vähentää jäännösarvoa (laskennallinen kirjanpitoarvo pienenee). Perusparannuksilla saadaan nostettua hankkeen jälleenhankinta-arvoa ja sitä kautta jäännösarvo jää suuremmaksi tarkasteluajan lopussa.

Molemmista tarkasteluajanjakson (25 ja 50 vuotta) laskelmista vertailulaskelmiseen on tehty kannattavuusvertailutaulukko. Kannattavuusvertailutaulukosta, liite 3, on nähtävissä eri vaihtoehtojen antamat tulokset samassa näkymässä. Tämä vertailutaulukko helpottaa päätöksentekoa, kun vertaillaan vaihtoehtoisia investointeja. Vertailtaessa on huomioitava seuraavat päätöksentekosäännöt:

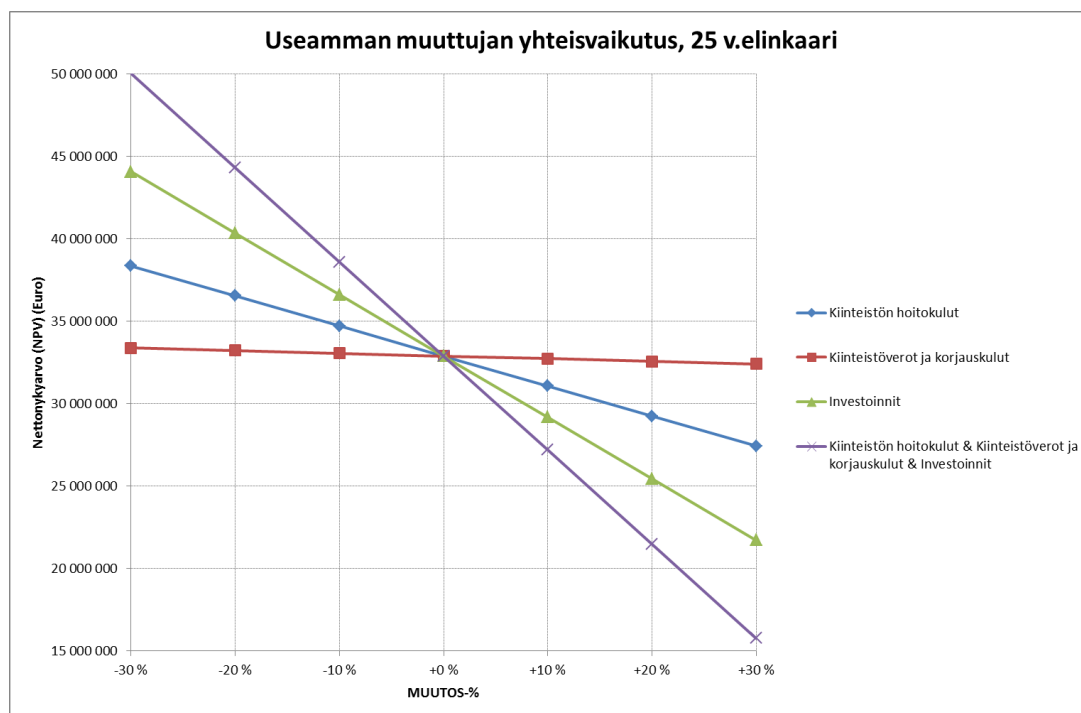
- Nettonykyarvo, NPV: mitä korkeampi, sitä parempi
- Kuukausiannuiteetti: mitä korkeampi, sitä parempi
- Sisäinen korko, IRR: mitä korkeampi, sitä parempi
- Modifioitu IRR: mitä korkeampi, sitä parempi
- Suhteellinen nykyarvo: mitä korkeampi, sitä parempi
- Takaisinmaksuaika, Payback, vuosia: mitä lyhyempi, sitä parempi (ei yksiselitteinen)

Jos eri mittarit jostain syystä antavat ristiriitaisia tuloksia, tulee päätöksentekoon käyttää NPV:ta. Mikäli vertaillaan eripituisia investointeja, joissa mittarit antavat eri tulokset, tulee päätöksentekoon käyttää NPV:n kuukausiannuiteettia. On tärkeää, että vertailtavat laskelmat tehdään samoilla oletuksilla, jotta vertailu olisi järkevää. [10]

5.3 Herkkyysanalyysit

Herkkyysanalyysien avulla pyritään pienentämään investointien arvioinnissa syntyvää epävarmuutta. Niillä voidaan tutkia, milloin investointi muuttuu kannattamattomaksi, kun jotain lähtökohta-asetusta muutetaan. Tässä työssä analyysit tehdään muuttuja kerrallaan. Ne muuttuvat yhtä paljon koko tarkasteluajalta. Mikäli halutaan nähdä vaikutus tietyltä jaksolta, tulee muutokset syöttää varsinaiseen investointilaskelmaan.

Kahden tai useamman muuttujan yhdistelmät voivat johtaa aivan toisenlaisiin seurauksiin. Yksi tapa on tehdä yhden muuttujan analyysi kerrallaan ja etsiä siitä pari- kolme tekijää, joilla on suurin vaikutus kannattavuuteen. Tämän jälkeen kriittisimmät tekijät voidaan syöttää investointilaskelmaan. [10] Toinen tapa ohjelmassa on tehdä kaavio, johon valitaan halutut muuttujat, joiden suhteen esitetään niiden yhteisvaikutus.



Kuva 23. Useamman muuttujan yhteisvaikutus nettonykyarvoon.

Kuvassa 23 on esimerkkinä esitetty 25 vuoden elinkaaren ajalta kolmen eri muuttujan yhteisvaikutus nettonykyarvoon. Muuttujiksi valittiin tuloslaskelmasta investoinnit, kiinteistön hoitokulut, kiinteistöverot ja korjauskulut. Kuvasta nähdään, että vaikka ku-

lujen yhteisvaikutus kasvavaa yhteensä 30 %:iin, ei investointi muutu vielä kannattamattomaksi eli $NPV > 0$. Kulujen yhteisvaikutuksen pieneneminen 30 %:lla taas kasvattaa investoinnin kannattavuutta.

Tutkimuksessa käytetyssä ohjelmassa voidaan kriittistä pistettä etsiä Solu Break-Even -ajolla, kun tiettyä soluarvoa halutaan analysoida. Tämä soluarvoanalyysi on hyvin käytökelpoinen silloin, kun arvot ovat lähtötilanteessa syötetty oikein. Päärivitasen soluarvosta ei saada kriittistä pistettä esille, jos solussa on yhteenlaskettuja arvoja, eli sisältää useamman alarivitasen arvoja. Silloin täytyy tarkastella yksittäisen alarivin arvoa erikseen. Lopputuloksena saadaan yhden solun kriittinen arvo tarkasteltavassa ajanjaksossa.

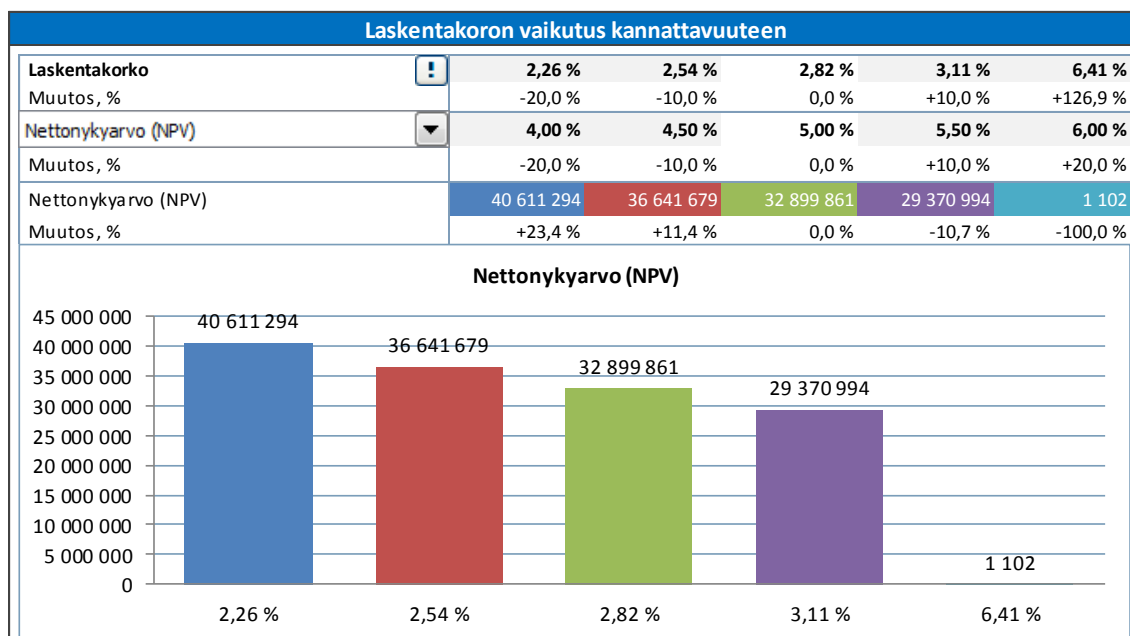
Tässä työssä tehtiin herkkyystarkasteluja edellä mainitulla tavalla vain vuokrausasteen muutokselle. Break-Even eli kriittinen piste vuokrausasteen suhteen 25 vuoden laskelmassa osoitti, että vuokrausaste voi alentua 100 %:sta 63,4 %:iin ennen kuin $NPV=0$. Sama herkkyystarkastelu 50 vuoden laskelmassa osoitti vuokrausasteen voivan alentua 60,6 %:iin ennen kuin $NPV=0$ ja investoinnista tulee kannattamaton.

Muut kriittiset pisteet on etsitty ohjelman analyysiosiossa muuttamalla lähtöarvoja käsin. Samalla saadaan vertailu lähtöarvoon niin numeerisesti kuin kaaviokuvan muodossa. Molemmissa elinkaaritarkastelujaksoissa etsitään kriittiset pisteet laskentakoron, kokonaisinvestoinnin ja tuottojen muutoksilla nettonykyarvon suhteen. Näillä oletetaan olevan suurin vaikutus investoinnin kannattavuuteen.

Ohjelmassa herkkyystarkasteluja voidaan tehdä myös muiden kannattavuusmittareiden suhteen. Sellaisiksi voidaan valita kiinteät kulut, muuttuvat kulut, takaisinmaksuaika tai tuottomuuttujat (toisin sanoen ne eri muuttujat, joista tuottolaskelman tulot muodostuvat). Takaisinmaksuaikaa valittaessa tulee muistaa, että ohjelma rajaa sen laskenta-ajanjaksoon.

Tarkastelujakso 25 vuotta

Laskennassa, josta herkkyyssanalyysit tehdään, on huomioitu alkuinvestoinnin lisäksi perusparannus-, rahoitus- ja kiinteät kulut sekä vuokratuotot. Laskelmassa ei ole huomioitu vuosikorjauskuluja laatutaso Hyvä mukaisesti (kohta 5.2).



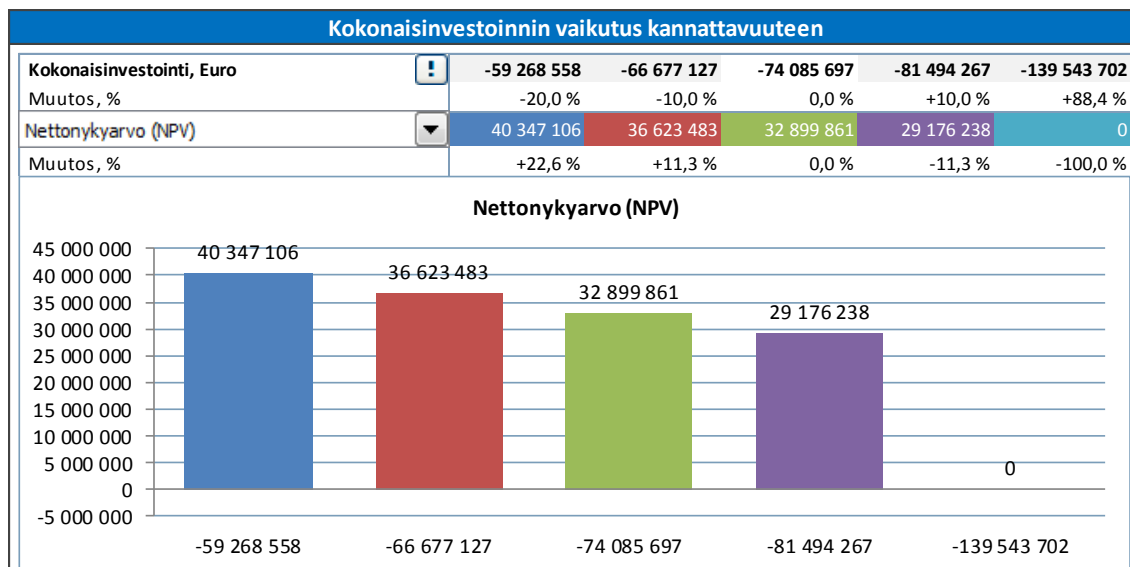
Kuva 24. Laskentakoron vaikutus nettonykyarvoon.

Kuvassa vihreällä värillä esitetty palkki kuvaa lähtötilannetta kuten myös ylärivillä keskellä oleva laskentakorkoarvo 2,82 %.

Kuvasta 24 voidaan nähdä, että laskentakorko voi nousta noin 6,4 %:iin investoinnin ollessa vielä kannattava (kuvan 24 kaavion ylin rivi ja kuvan 19 sisäinen korkokanta). Tämä tarkoittaa lainojen korkojen osalta sitä, että niiden keskiarvokorko voisi nousta nykyisestä 2,28 %:sta 6,75 %:iin, jolloin se täyttää vielä kannattavuusvaatimukset investoinnin osalta. Oman pääoman tuottovaatimuksen ollessa edelleen 5 %. Mikäli lainojen keskiarvokorko laskisi noin 1,6 %:iin, silloin laskentakoron arvo muuttuisi 2,26 %:iin. Tämä nostaisi kannattavuutta nettonykyarvoltaan ~7,7 miljoonaa euroa. Oman pääoman osuus rahoituksesta on vähäinen, joten lainarahan osuus nousee merkittäväksi laskentakoron määrittämisessä (WACC). Herkkyyssanalyysi oman pääoman suhteen ei nouse merkittäväksi edellä mainittujen asioiden vuoksi.

Tässä tapauksessa voidaan siis todeta, että laskentakorko ei nouse kriittiseksi, mikäli lainojen korkojen suhteen ei tapahdu rajua nousua. Tämä tuo kuitenkin pitkällä aikavälillä epävarmuutta, sillä tulevaisuuden suhdanteita tai pankkien perimiä korkoja on vaikea ennustaa. Tällaisia asioita voidaan huomioida lainaehdoista sovittaessa esimerkiksi ottamalla koko laina-ajalle kiinteä korko tai korkokatto. Yhtiöhankeissa, joissa käytetään

lainarahaa, tulee jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa tehdä rahoitukselle herkkyysanalyysi.



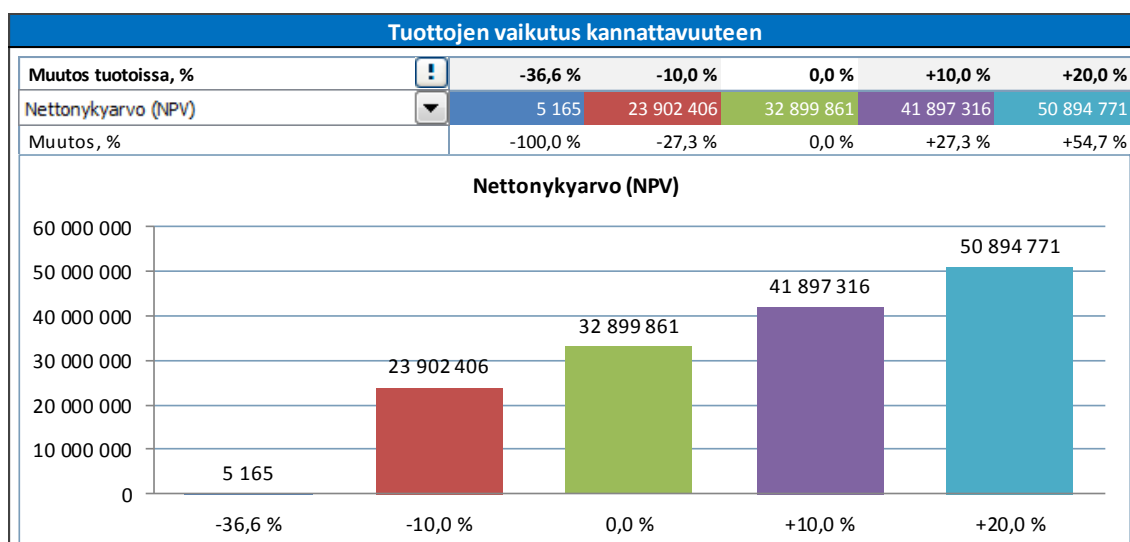
Kuva 25. Kokonaisinvestoinnin vaikutus nettonykyarvoon.

Kuvassa vihreällä värillä esitetty palkki kuvaa lähtötilannetta kuten myös ylärivillä keskellä oleva kokonaisinvestoinnin arvo 74 085 697 € (alkuinvestointi + perusparannus).

Kuvasta 25 voidaan nähdä, että kokonaisinvestointi voi nousta 139 543 702 euroon, investoinnin ollessa vielä kannattava. Tämä on mahdollista, koska tuottoja saadaan huomattavasti enemmän kuin on kuluja. Kuvasta voidaan päätellä, että hankkeeseen olisi voitu investoida yli 65 miljoonaa euroa enemmän näillä tuotoilla ennen kuin investointi olisi 25 vuoden elinkaaritarkastelussa tullut kannattamattomaksi.

Arvioitaessa tuottojen vaikutusta investoinnin kannattavuuteen, tulee muistaa, että tässä laskennassa ei ollut käytettävissä hankkeelle laadittua pitkän tähtäimen suunnitelmaa eli PTS:ää. Laskelmassa huomioidut korjauskulut perustuvat hankkeen talousarvioon vuosille 2015- 2020 ja ne ovat selkeästi alimitoitettut, joten tuottojen osuus tulee tuloksissa korostumaan.

Voidaan siis todeta, että kokonaisinvestoinnin vaikutus kannattavuuteen ei laskennassa määritetyillä arvoilla nouse kriittiseksi.



Kuva 26. Tuottojen vaikutus nettonykyarvoon.

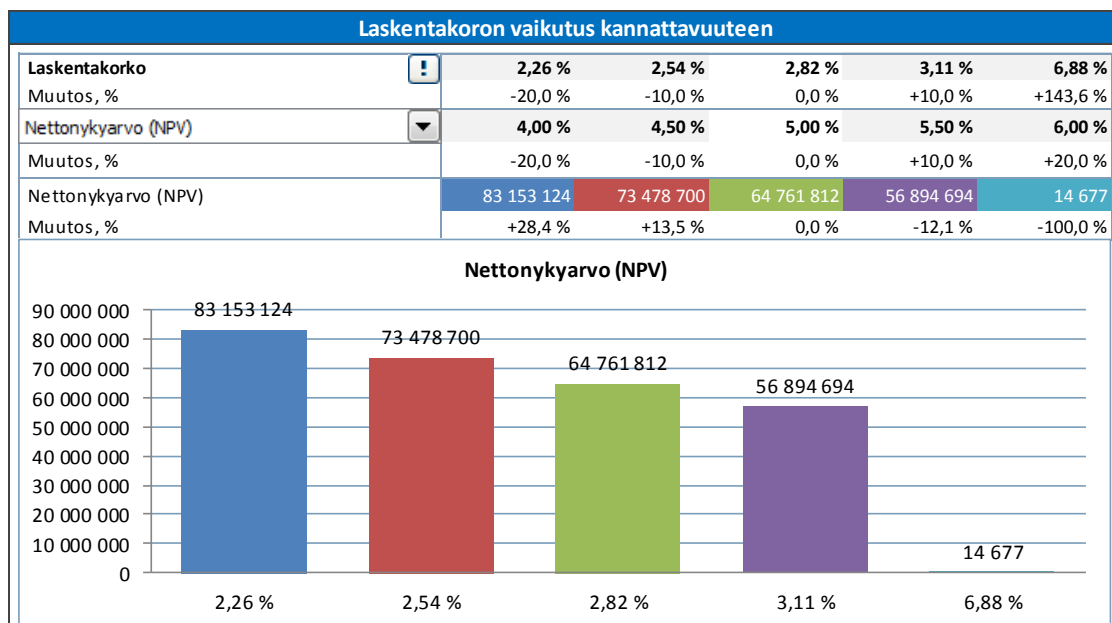
Kuvassa 26 on esitetty herkkyystarkastelu tuottojen muutosten vaikutuksesta investoinnin kannattavuuteen. Tuloksesta nähdään, että tuotot (vuokratuotot) voivat alentua yli 36,6 % ennen kuin investoinnista tulee kannattamaton. Laskelma osoitti, että 10 tai 20 % tuottojen alenemalla ei vielä ollut kriittistä merkitystä kannattavuuteen. Nämä tulokset edellyttävät, että vuokrausaste säilyy koko tarkasteluajan 100 %:ssa ja vuokrissa on huomioitu 2 % inflaatio-odotus vuoden 2020 jälkeen aina tarkasteluajan loppuun.

Herkkyystarkastelulla voidaan tutkia myös tuottojen kasvun vaikutusta. Tämä tarkastelu voi olla tarpeen tehdä, mikäli omistaja haluaa esimerkiksi tutkia vuokrien korotuksen vaikutusta alkuinvestointiin tai vuokrankorotuksesta saatavan tuottoerotuksen ”korva-merkitsemistä” vaikka korjausrahastoon.

Yhteenvetona tuottojen muutosten vaikutuksesta kannattavuuteen voidaan todeta, että omistajan tässä kohteessa perimä vuokra tuottaa koko tarkasteluajan enemmän kuin syntyy kuluja. Näin ollen tuottojen pienenemisestä ei tule kriittistä, mikäli vuokrausaste ei eri vuokralaisten osalta alene samanaikaisesti. Tarkastelujakson kriittisimmäksi tekijäksi nousee rahoituksen osuus ja sen kehittymisen ennustettavuus pitkällä aikavälillä.

Tarkastelujakso 50 vuotta

Laskennassa, josta herkkyyssanalyysit tehdään, on huomioitu alkuinvestoinnin lisäksi perusparannus-, rahoitus- ja kiinteät kulut sekä vuokratuotot. Laskelmassa ei ole huomioitu vuosikorjauskuluja laatutaso Hyvä mukaisesti (kohta 5.2).



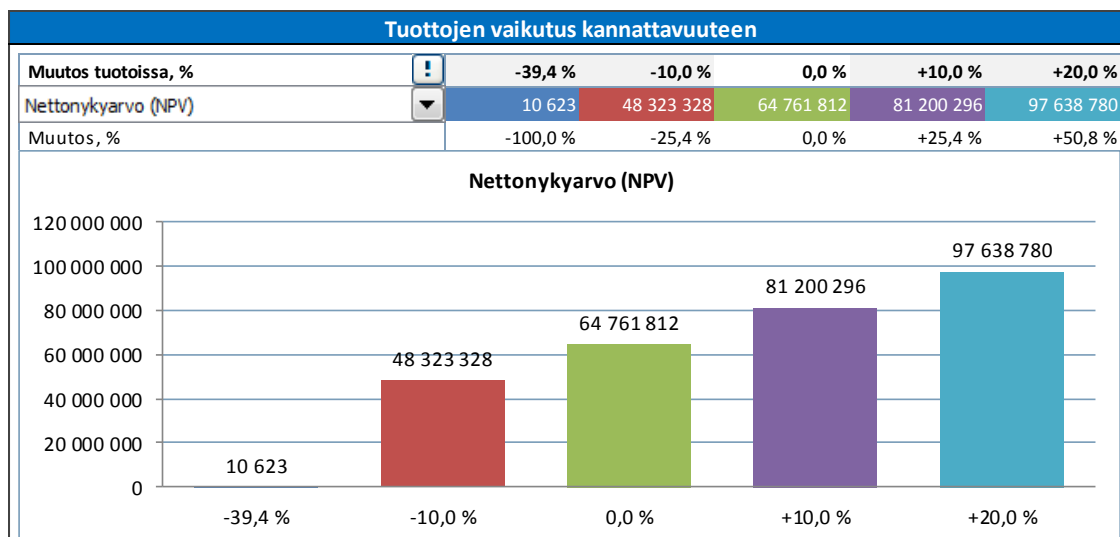
Kuva 27. Laskentakoron vaikutus nettonykyarvoon.

Kuvassa vihreällä värillä esitetty palkki kuvaa lähtötilannetta kuten myös ylärivillä keskellä oleva laskentakorkoarvo 2,82 %.

Kuvasta 27 voidaan nähdä, että laskentakorko voi nousta noin 6,88 %:iin investoinnin ollessa vielä kannattava (kuvan 27 kaavion ylin rivi ja kuvan 20 sisäinen korkokanta). Tämä tarkoittaa lainojen korkojen osalta sitä, että niiden keskiarvokorko voisi nousta nykyisestä 2,28 %:sta 7,35 %:iin, jolloin se täyttää vielä kannattavuusvaatimukset investoinnin osalta. Oman pääoman tuottovaatimuksen ollessa edelleen 5 %. Mikäli lainojen keskiarvokorko laskisi noin 1,6 %:iin, silloin laskentakoron arvo muuttuisi 2,26 %:iin. Tämä nostaisi kannattavuutta nettonykyarvoltaan ~18,3 miljoonaa euroa. Oman pääoman osuus rahoituksesta on vähäinen, joten lainarahan osuus nousee merkittäväksi laskentakoron määrittämisessä (WACC). Herkkyysanalyysi oman pääoman suhteen ei nouse merkittäväksi edellä mainittujen asioiden vuoksi.

Tässä 50 vuoden elinkaarilaskennasta voidaan todeta samoin kuin 25 vuoden laskennasta, että laskentakorko ei nouse kriittiseksi, mikäli lainojen koron suhteen ei tapahdu rajua nousua.

Tarkasteltaessa kokonaisinvestoinnin vaikutusta nettonykyarvoon 50 vuoden elinkaarella, antaa laskennan tuottomääritykset tuloksen, jossa investointi voisi kasvaa yli 200 miljoonaan euroon sen pysyessä edelleen kannattavana. Tässä tulee kuitenkin huomata, että näin pitkän aikavälin tulos vääristyy, koska ennustettavuus heikkenee niin tuottojen kuin kulujen osalta.



Kuva 28. Tuottojen vaikutus nettonykyarvoon.

Kuvassa 28 on esitetty herkkyystarkastelu tuottojen muutosten vaikutuksesta investoinnin kannattavuuteen. Tuloksesta nähdään, että tuotot (vuokratuotot) voivat alentua yli 39,4 % ennen kuin investoinnista tulee kannattamaton. Tämä 50 vuoden tarkasteluajan jakson laskelma osoitti, että 10 tai 20 % tuottojen alenemalla ei vielä ollut kriittistä merkitystä kannattavuuteen. Nämä tulokset edellyttävät, että vuokrausaste säilyy koko tarkasteluajan 100 %:ssa ja vuokrissa on huomioitu 2 % inflaatio-odotus vuoden 2020 jälkeen aina tarkasteluajan loppuun.

Yhteenvedona 50 vuoden elinkaaren herkkyystarkasteluista voidaan todeta, että omistajan määrittelemät tuotot kasvavat tarkasteluajana enemmän kuin on kuluja, joten pienet poikkeamat eivät tule kriittisiksi. Yhtiöhankeeseen kannalta kriittisimmäksi tässä laskelmas- sa nousee rahoitus ja sen kehittymisen ennustaminen pitkällä aikavälillä.

5.4 Valitun ohjelman käytettävyys

Ohjelmassa on paljon ominaisuuksia, joilla voidaan tutkia investointien kannattavuutta hankkeen elinkaaren aikana. Näitä ominaisuuksia on esitelty kappaleessa 3.2. Ohjelman käyttö ja itse laskenta kuitenkin vaatii käyttäjältään perehtymistä sekä elinkaariajatte- luun että rakentamisen kustannuksiin. Empiirisen tutkimuksen avulla selvisi, että raken- tamisen teorian ja käytännön osaaminen ei pelkästään riitä vaan ohjelmaa käytettäessä tulee osata myös taloushallinnon perusteita. Elinkaarikustannuslaskentaa tehdessä oh- jelmalla lasketaan muun muassa rahoitus- ja kassavirtalaskelmia.

Ohjelman käyttöönotto itsessään vaatii ohjelmatoimittajan koulutuksen, jotta kaikkia sen mahdollisuuksia on helpompi ymmärtää ja ottaa käyttöön soveltuvin osin. Ohjelma mahdollistaa esimerkiksi omien erillislaskelmien tuonnin laskelmaan sisälle, jos ne ovat tehty Excel-pohjaisella sovelluksella. Tuotavat tiedostot voivat sisältää myös omia mak- roja, sillä laskentaohjelman käyttö vaatii makrojen käyttöönoton. Tällainen tuontitoi-

minto voi helpottaa esimerkiksi rahoituslaskelmien tekemistä, jos kokee ohjelman oman rahoitusmoduulin käytön vaikeaksi.

Julkisen rakennuttajan näkökulmasta ohjelman käyttöönotto vaatii omistajalta linjauksia ja päätöksentekoa elinkaarikustannuslaskentaan vaikuttavien lähtöarvojen määrittelemiseksi. Näitä ovat muun muassa hankkeen ominaisuuksien, elinkaarenpituuden, kunnossapitotason, laskentakoron, riskien, rahoituksen, elinkaaren ajaksi tehdyn PTS:n ja sisäisen vuokran määrittelevä. Peruslinjausten tulee olla käytössä kaikissa hankkeissa, ainoastaan hankkeiden erityispiirteet huomioidaan yksilöidysti. Linjausten ja päätösten tulee koskea niin uudis- kuin korjausrakentamishankkeita.

Käytettävyyden kannalta ja jatkokäytön helpottamiseksi, ohjelmaan voi luoda omia malliasiakirjoja. Hankkeiden toteuttaminen samalla tavalla ja useiden lähtöparametrien ollessa samanlaiset, on ohjelman jatkokäytön kannalta parasta luoda malliasiakirja. Jatkossa se nopeuttaa hankkeiden laskentaa, kun ainoastaan hankekohtaiset lähtöarvot tarvitsee lisätä malliasiakirjaan. Julkisen rakennuttajan kannalta tämä merkitsee sitä, ettei jokaista määrittelyä hankekohtaisesti enää tarvitse tehdä ja säästetään aikaa. Esimerkiksi hankkeissa on aina sama investointien poistoaika, kunnossapitotaso tai elinkaaren pituus.

Rakennuksen investointikustannuksiin vaikuttaa suunnitteluaikeiden rakennusosien ja -materiaalien sekä eri taloteknisten järjestelmien valinta. Mitä yksityiskohtaisemmin ne voidaan laskentaohjelmaan yksilöidä, sen helpompaa on ohjelmassa etsiä kriittisiä pisteitä rakennusosien kustannuksista elinkaaren ajalta. Näin helpotetaan eri vaihtoehtojen välistä kustannusvertailua. Tässä empiirisessä tutkimuksessa ei järjestelmiä tai rakennusosia ollut eritelty omiksi investointiriveikseen, joten niiden osalta herkkyydestä ei ollut mahdollista suorittaa.

Ohjelman käytettävyyttä julkisen rakennuttajan kannalta katsottuna parantaa se, että eri laskentojen kannattavuusanalyysistä saadaan tehtyä vertailutaulukko (liite 3). Kannattavuusvertailutaulukossa voi analysoida kerralla jopa kuutta eri investointivaihtoehtoa. Näin saadaan päätöksentekoa varten kaikki vaihtoehdot yhtä aikaa näkyville ja vertailu vaihtoehtojen välillä on helpompaa. Päätöksentekosäännöt kannattavuusvertailutaulukon analysointiin on esitetty kohdassa 5.2. Kannattavuusvertailutaulukko voidaan esittää myös kaaviona nettonykyarvon suhteen (liite 4) ja/tai takaisinmaksuajansuhteen (liite 4). Ne saadaan valmiina samasta tiedostosta, johon vertailutaulukko on tehty.

Ohjelman käytettävyyttä lisää myös se, että ohjelmaa voi muokata Excelin muokausominaisuuksilla. Näitä ovat esimerkiksi muokkaa solua toiminto, tekstin tasaus, sarake leveys ja kirjasinlajin valinta. Ohjelmassa voidaan vaihtaa kesken laskennan Investin valikot Excelin valikoiksi ja ohjelma muistaa valikkoasetukset käynnistettäessä ohjelma seuraavan kerran. Tämä ominaisuus helpottaa ohjelman käyttöönottoa, mikäli käyttäjä kokee Excel-valikkojen käyttämisen itselleen tutummaksi.

Käytettäessä ohjelmaa on muistettava, että ohjelmaan syötetään negatiiviset kassavirrat miinusmerkkisinä ja positiiviset kassavirrat plusmerkkisinä. Siten kulut ja investoinnit syötetään negatiivisina lukuina ja tuotot sekä investointikohteiden realisoinnit (myynnit) positiivisina lukuina. [10]

Ohjelman käyttöönoton ongelmaksi voivat muodostua käyttäjän omat tarpeet ja toimintatavat. Julkisella rakennuttajalla on erilaiset tarpeet ja toimintatavat kuin yksityisellä sektorilla. Julkisen rakennuttajan on toimittava hankintalain puitteissa ostaessaan palveluita ja kilpailutettava hankinnat julkisesti. Esimerkiksi markkinoilla hyväksi havaittua laskentaohjelmaa ei voida suoraan hankkia, mikäli se ei ole ainoa juuri siihen tarkoitukseen oleva ohjelmisto (ns. suora hankinta). Lisäksi kaupungin eri organisaatiot ja yhteistyökumppanit tuottavat monenlaista tietoa hankkeisiin ja niiden kokoaminen laskentaan on haastavaa jo ajallisesti.

5.5 Valitun ohjelman hyödyllisyys

Ohjelman hyödyllisyys tulee varmasti parhaiten esille, mitä enemmän ohjelman sisältöä ymmärtää ja sen ominaisuuksia osaa käyttää. Kaikkia ohjelman sisältämiä moduuleja ei tarvitse elinkaarilaskennassa huomioida. Jotta ohjelmasta saa parhaimman hyödyn elinkaarikustannuslaskennan kannalta, tulee ohjelmasta osata poimia olennaiset osat laskentaa varten. Käytön hyödyllisyyden kannalta perusvaatimuksena käyttäjälle on taloushallinnon perusteiden hallinta, ohjelmakoulutus ja omien malliasiakirjojen luonti.

Tulosten kannalta tarkasteltuna ohjelman hyödyllisyys tulee esille monipuolisine analyysi- ja vertailumahdollisuuksineen. Ohjelmalla on helppo laatia valmiista laskelmasta herkkyysanalyysijä numeroin ja kaavioin esitettynä. Herkkyysanalyysiosiossa tehtyjen arvojen muutos ei vaikuta varsinaiseen laskelmaan vaan ohjelmassa voi ”herkistellä” täysin vapaasti. Omistajalta herkkyystarkastelu vaatii selkeitä linjauksia. Minkä suhteen hankkeessa halutaan tarkasteluja tehdä ja mitkä ovat tärkeimmät tulokset päätöksenteon kannalta? Kaikkia ohjelman suomia tarkasteluja ei ole tarpeen jokaisessa hankkeessa tehdä. Ne tulee hankekohtaisesti päättää hankkeen ominaisuuksien perusteella.

Laskelmasta saadaan tarvittaessa valmis investointiehdotus päätöksentekoa varten (liite 5, 2 sivua). Investointilaskelmasta siirtyy automaattisesti useita tunnuslukuja investointiehdotuslomakkeelle. Investointiehdotus on erillinen tiedosto, jonka voi vapaasti nimeä, tallentaa, kopioida ja tulostaa sellaisenaan. Investointiehdotus- tiedosto on muista Invest for Excel- ohjelman osista poiketen tehty muokattavaksi. Tiedot ja luvut, jotka päivittyvät investointilaskelmasta, ovat sen sijaan vain ohjelmallisesti muutettavissa [10]. Tämän lomakkeen käyttöönotto on päätöksenteon kannalta hyvä asia, sillä kaikki laskelmista linkittyvä informaatio on esitetty lomakkeella aina samalla tavalla.

Ohjelma sisältää myös erotuslaskelma osion, jonka avulla voidaan laskea uusinvestoinnin kannattavuutta nykytilanteeseen verrattuna. Ensin tehdään peruslaskelma nykytilan-

teen mukaisesti ja toinen laskelma, johon on lisätty uuden investoinnin vaikutukset. Nämä laskelmat tulee tehdä samalla investointiajalla ja niiden tulee perustua samoihin perusolettamuksiin (diskonttauskorko, veroprosentti jne.) [10]. Erotuslaskelman käyttö on hyödyllinen tutkittaessa esimerkiksi onko kannattavampaa korjata vanhaa kuin rakentaa uutta.

Kaiken kaikkiaan ohjelmassa on paljon eri mahdollisuuksia hyödynnettäväksi. Käyttäjän on mahdollista valita neljästä eri ominaisuudesta sisältävästä ohjelmakokonaisuudesta itselleen parhaiten soveltuva. Tässä työssä käytettiin Enterprise-versiota, joka sisältää kaikki ominaisuudet (esitetty kohdassa 3.2). Tutkittavan hankkeen rahoituslaskelman teko, ohjelman omalla rahoitusmoduulilla, on mahdollista vain Enterprise- versiolla.

Tässä tutkimuksessa, jossa tutkittiin vasta valmistunutta uudisrakennusta, ei kaikki ohjelman ominaisuuksien hyödyt tullut esille. Ohjelman monipuolisuus tulee parhaiten esille, jos sitä käytetään sekä uudis- että korjausrakennuskohteiden elinkaarikustannuslaskentaan. Tällöin voidaan käyttää ohjelman eri laskentamoduuleja eri tavoin hyödyksi. Ohjelman ominaisuuksia muutetaan ja kehitetään jatkuvasti, otetaan huomioon asiakkaiden tarpeita sekä lainsäädännöllisiä muutoksia. Vain ohjelman jatkuvalla käytöllä löydetään sen parhaat ominaisuudet.

6. TUTKIMUKSEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Yhteenveto

Tutkimuksessa havaittiin, kuinka tärkeää elinkaaritarkastelu on ottaa huomioon jo hankkeen varhaisessa vaiheessa. Suunnitteluvaiheessa huomattavia elinkaarivaikutuksia sisältävät päätökset kohdistuvat keskeisiin rakenne- ja energiaratkaisuihin sekä taloteknisiin järjestelmiin. Tämä edellyttää entistä enemmän tietotaitoa hankkeen suunnittelijoilta. Suunnittelijavalinnat ovat hankkeelle hyvin tärkeät ja keskeisessä asemassa. Näillä päätöksillä ja valinnoilla on vaikutus hankkeen lopputuloksen elinkaarilaadun toteutumiselle.

Elinkaarikustannuslaskennan avulla voidaan esittää hankkeen kannalta kriittiset pisteet, joilla on taloudellista vaikutusta investointipäätöstä tehtäessä. Elinkaaritarkastelua voidaan käyttää apuna myös PTS:n tekemiseen. Laskelmilla voidaan esittää investointikustannuksia eri vuosikorjaus- ja perusparannuskuluvaihtoehtojen välille ja valita niistä omistajalle parhaiten hankkeeseen sopivin. Korjausrakentamishankkeissa voidaan elinkaarikustannuslaskennan apuna käyttää kuntoarvioita ja -tutkimuksia.

Tulosten luotettavuus on täysin riippuvainen hankkeen elinkaarikustannuslaskentaan syötetyistä lähtötiedoista ja niiden oikeellisuudesta. Ristiriitaisuudet ja puutteellisuudet lähtötiedoissa aiheuttaa laskennan tuloksen vääristymisen ja saatu tulos ei ole luotettava. Case tutkimuksen avulla on helpompi muodostaa selkeä kuva hankkeen elinkaarikustannuslaskentaprosessista, sen ongelmakohdista, ongelmien ratkaisusta ja ohjelman mahdollisuuksista. Lisäksi tutkimuksen avulla saadaan tietoa mitä julkisen rakennuttajan toimintatapoja ja tulevia käytäntöjä tulee huomioida ja tarkastaa otettaessa elinkaarikustannuslaskenta käyttöön.

Aikaisemmin tässä tutkimuksessa on jo todettu, että ohjelman käyttö vaatii omistajalta linjauksia ja päätöksentekoa elinkaarikustannuslaskentaan vaikuttavien lähtöarvojen määrittelemiseksi (esitetty kohdassa 5.4). Nämä toimet ovat ehdottoman tärkeitä ohjelman käyttöönoton ja laskennan oikeellisuuden kannalta. Tässä tutkimuksessa jouduttiin osaan lähtötietoja tekemään oletuksia, sillä omistajan tekemiä linjauksia ei ollut laskentaa aloitettaessa saatavilla. Tehdyt oletukset eivät kuitenkaan vääristäneet tulosta, sillä ne olivat Tilakeskuksen toiminnanmukaisia oletuksia.

Tässä tutkimuksessa perusparannusinvestoinnit oletettiin tehtäväksi ilman lainarahaa, joten rahoituskustannuksia siltä osin ei laskelmassa huomioitu. Mikäli perusparannukset

ja/tai -korjaukset lainoitetaan vieraalla pääomalla, tulevat rahoituskustannukset laskelmassa aina ottaa huomioon.

Epävarmuutta laskentaan tuo käyttö- ja vuokrausasteiden paikkansapitävyys. Niiden ennustaminen varsinkin pitkällä elinkaaritarkasteluajoilla on vaikeaa ja johtaa epävarmoihin lopputuloksiin saatavien tuottojen osalta. Julkisen rakennuttajan etuna on se, että rakennukset rakennetaan tiettyä käyttäjäryhmää varten ja vuokrausajat ovat pitkiä. Toisaalta se tuo vähemmän muuntojoustavuutta, sillä harvemmin vanhat koulut tai uimahallit soveltuvat täysin toiseen käyttötarkoitukseen ilman suuria muutuskustannuksia. Käyttöasteet vaikuttavat kiistatta rakennuksen kunnossapitotarpeeseen. Mitä suurempi käyttöaste, sitä enemmän pinnat ja rakenteet kuluvat. Julkisissa rakennuksissa kuten kouluissa, joissa on paljon kansalaistoimintaa iltaisin, käyttöasteet nousevat varsin korkealle. Näiden asioiden ennustaminen ja huomioon ottaminen uudisrakennushankkeiden elinkaarikustannuslaskelmissa on hankalaa.

Laskennassa käytetyt sisäiset vuokrat (tuotot) tulisi peruskorjausten ja -parannusten jälkeen määrittää uudestaan. Korjausinvestointiin kulutettu rahamäärä tulisi huomioida tilavuokrassa. Tässä tutkimuksessa ei korjausten jälkeistä vuokrien uudelleen määrittystä tehty. Tutkimuksen aikana kävi ilmi, että kulujen ylittäviä vuokratuottoja ei ole ohjattu omistajan toimesta Tilakeskuksen hankkeiden korjauksiin. Jatkossa olisi Tilakeskuksen kannalta hyvä asia, jos korjaushankkeita varten luotaisiin korjausrakennusrahasto, josta hankkeiden kunnossapidon aikaisia korjauksia voisi rahoittaa. Tällä tavalla olisi mahdollista vaikuttaa jatkuvaan korjausvelan kasvuun kaupungin kiinteistöissä.

Omistajan tehtävänä on valita kiinteistön ylläpidon laatutaso, jota rakennuksen osalta noudatetaan koko elinkaaren ajan. Todellisuudessa yksittäisen rakennuksen kulumiseen vaikuttavat rakennuksen laatu, kulumista ehkäisevä kiinteistönhoidon taso ja kunnossapito sekä rakennuksen käyttöaste. Näiden tekijöiden pohjalta rakennuksen kulumisen voi olla keskimääräistä nopeampaa tai hitaampaan. Omistajan kannattaa tehdä PTS koko elinkaaren ajalle ja huomioida se elinkaarikustannuslaskelmissa. Laskennan kannalta tämä tarkoittaa jatkossa sitä, että korjausten ajankohdan määrittelyt on tehty riittävällä tarkkuudella jo suunnitteluvaiheessa ja niihin käytettävä rahamäärä on pystytty arvioimaan laskelmaan. Näin vältetään suurilta yksittäisiltä korjausinvestoinneilta ja -ajoilta. Toisaalta etuna on myös tasaisempi vuokratuotto, eikä käyttäjän väistötiloille ole tarvetta.

Hyvin tehdyn koulurakennuksen, jossa vuotuinen käyttöaste on alhainen ja jossa kiinteistönhoidon taso on normaalia kulumista ehkäisevä, saattaa riittää pari- kolme kunnossapito- tai muutuskorjausta elinkaarella. Silloin ensimmäinen isompi perusparannus voi olla vasta 35- 40 vuoden iässä rakennuksen valmistumisen jälkeen. Toisaalta rakennuksessa voi olla sellaisia toimintoja sisältäviä tiloja, joiden käyttöaste on erittäin korkea. Tällaisia ovat muun muassa valmistuskeittiöt, jossa kiinteistönhoidosta ja kunnossapito-

korjauksista huolimatta rakennuksen kuntoluokka 20 vuoden jälkeen voi olla luokkaa 40- 50 %.

Empiirisen tutkimuksen tuloksista havaittiin, että jokainen 25 ja 50 vuoden elinkaari-kustannuslaskenta antoi investoinnin kannattavuudesta määritellyllä lähtötekijöillä positiivisen tuloksen. Näin ollen case kohteen investointi on ollut kannattava tehdä. Kannattavuuden takana on sisäisten vuokrien tuotto, jotka omistajan taholta tässä hankkeessa on määritelty huomattavasti suuremmiksi kuin kiinteistöön arvioidut kulut. Toisaalta tulos on kyseenalainen sen osalta, että hankkeella ei ollut laskentavaiheessa kunnollista PTS:ää, jonka avulla oikeammin määritellyt vuotuiset korjauskulut olisivat tasoittaneet kannattavuustulosta.

Herkkyysanalyysissä investoinnin kannalta tärkeiden kannattavuustekijöiden arvoja muutettiin epäedullisiksi ja kannattavuutta arvioitiin uudestaan muutosten kautta. Herkkyysanalyysit tehtiin tuottojen muuttumisen, kokonaisinvestoinnin kasvun ja laskentakoron muutosten suhteen. Herkkyysanalyysistä selvisi, että investoinnin kannattavuus tässä hankkeessa ei ollut herkkä pienille muutoksille. Tuotot olisivat voineet pienentyä yli 35 % molemmissa elinkaaritarkasteluissa ennen kuin investointi ei olisi ollut enää kannattava. Kriittisimmäksi tarkasteluissa nousi lainarahoituksen korkojen mahdollinen vaihtelu elinkaaren aikana. Omistaja lyhentää yhtiöhankkeissa lainan 20 vuodessa, joten jatkossa tulisi tarkastella lainanlyhentämisen ja -korkojen vaikutuksia koko elinkaaren ajalla.

6.2 Elinkaarikustannuslaskennan käyttöönotto Tilakeskuksen näkökulmasta

Julkiselta rakennuttajalta odotetaan entistä läpinäkyvämpää raportointia kaupungin budjetista käytettävistä rahoista. Tämä edellyttää hankkeiden osalta parempaa kustannusten hallintaa ja seurantaa sekä useiden eri toimialojen tehtävien yhteensovittamista, jotta päämäärä saavutetaan. Tulevaisuudessa Tilakeskus ei voi toimia enää nykyisellä investointeihin painottuvalla kustannuslaskennalla vaan elinkaarikustannuslaskenta tulee ottaa osaksi päivittäistä toimintatapaa.

Tehty tutkimus osoittaa selkeän tarpeen elinkaarikustannuslaskennan käyttöönotolle Tilakeskuksessa. Näin saataisiin varhaisessa vaiheessa enemmän tietoa hankkeiden valmisteluun ja suunnitteluun sekä vertailua eri investointivaihtoehtoista hankkeen sisällä. Päätöksenteko investointi- ja elinkaarikustannusten välillä helpottuu, kun nähdään käytönaikaisten kustannusten vaikutus hankkeissa. Laskelmin voidaan osoittaa myös kustannusvertailu investointihankkeiden ja yhtiöhankkeiden välillä. Yhtiöhankkeiden osalta elinkaarenaikaisina kuluina korostuvat ulkopuoliset henkilöstö-, hallinto- ja kunnossapitokulut. Investointihankkeiden hallinto ja kunnossapito suoritetaan kaupungin omalla organisaatiolla.

Ongelmalliseksi elinkaarikustannuslaskennan käyttöönoton Tilakeskuksessa tekee omistajalta vaadittavien linjausten ja päätöksiä puuttuminen sekä tietojen hajautuminen eri toimialojen ja yksiköiden välille. Näihin tulee Tilakeskuksessa kiinnittää huomiota, mikäli elinkaarikustannuslaskenta halutaan ottaa osaksi kustannustenhallintaa. Elinkaarikustannuslaskentaa varten tehtäviä linjauksia on esitelty kohdassa 5.4. Linjausten ja päätösten tulee olla yhteismitallisia niin, että jokaiseen hankkeeseen niitä ei tarvitse tehdä uudelleen. Ainoastaan hankkeiden yksilölliset ominaisuudet ja arvot huomioidaan laskelmissa erikseen. Nämä elinkaareen vaikuttavat linjaukset ja päätökset tulee ottaa huomioon heti hankkeen valmisteluprosessin alussa.

Haasteena on saada kaupungin virkamiehet, päättäjät, ymmärtämään tuotettu elinkaarikustannustieto ja sen vaikutukset hankkeille. Tällä hetkellä hankkeiden rakentamispäätökset tehdään ainoastaan investointikustannusten perusteella, ottamatta huomioon käytönaikaisia kustannuksia. Elinkaarikustannuslaskennantulokset tulee saattaa informatiiviseen muotoon, esimerkiksi vertailutaulukoiksi, jonka avulla päätöksentekijät pystyvät oikeasti arvioimaan, mitä vaikutuksia elinkaarikustannuksilla saavutetaan pelkkien investointikustannusten sijaan. Tässä kohtaa omistajan on otettava kantaa, mitä tuloksia elinkaarikustannuslaskennasta halutaan päättäjille taulukossa esittää. Päättäjille voidaan elinkaarikustannuslaskennan avulla tuoda esiin, kuinka kaupungin hankkeiden korjausvelkaa on mahdollista pienentää. Elinkaarikustannuslaskennan avulla voidaan tehdä vertailuja miten sisäiset vuokrat vaikuttavat tuottojen suuruuteen. Kulut ylittävät tuotot tulee ohjata korjausrakennusrahastoon, josta varoja käytetään hankkeiden korjauksiin.

Yhtenä ongelmana on elinkaarikustannuslaskentaohjelman löytäminen, joka olisi laajasti käytetty eri rakennusalan toimijoiden kesken. Julkinen rakennuttaja käyttää kustannuslaskentojen teettämiseen puitesopimustoimittajia, jotka kilpailutetaan hankintalain puitteissa. Näillä toimijoilla on usein omia sovelluksia, joita he käyttävät kustannuslaskentoihin. Kuinka saada sama elinkaarikustannuslaskentatapa (-ohjelma) käyttöön kaikille kaupungin kanssa työskenteleville osapuolille, onkin suuri haaste?

Jatkossa elinkaarikustannuslaskentaa voisi käyttää Tilakeskuksessa budjetoinnin apuna ja sitä voitaisiin hyödyntää myös hankkeiden seurannassa. Mitä useampi hanke saadaan elinkaarikustannuslaskentaan, sitä enemmän tulee toteumatietoa ja sitä kautta voidaan parantaa uusien hankkeiden ennustettavuutta. Vertailemalla samankaltaisten hankkeiden elinkaarikustannuslaskennan tuloksia, voitaisiin tulevien hankkeiden budjetteja saada tarkemmaksi. Elinkaarikustannuslaskennan avulla voidaan kiinteistömassasta löytää kohteet, jotka omistajan näkökulmasta ei ole kannattavaa omistaa tai ylläpitää. Elinkaarikustannuslaskennan antama jäännösarvo kertoo, paljonko investoinnin arvo on elinkaaren lopussa.

Tulevaisuudessa elinkaarikustannuslaskentaa tullaan tekemään tietomalleista. Tietomallit ovat käytössä myös useissa Tilakeskuksen hankkeissa, mutta toistaiseksi niitä ei ole käytetty kustannuslaskennassa. Tietomallien avulla voidaan tehdä jo varhaisessa suunn

nitteluvaiheessa vaihtoehtotarkasteluja, joilla on vaikutusta hankkeen elinkaarikustannuksiin ja energiatehokkuuteen. Tietomalleja voidaan käyttää määrätietojen tuottamiseen ja sitä kautta muutuskustannusten arviointiin. Valittavan elinkaarikustannuslaskentaohjelman kannalta tämä tarkoittaa sitä, että tietomallista saadaan siirrettyä tarvittava tieto ohjelmaan oikeassa muodossa.

Tähän tutkimukseen valittu ohjelma on osoittautunut käyttökelpoiseksi julkisen rakennuttajan elinkaarikustannuslaskentaan. Ohjelman ominaisuuksia on osittain mahdollista räätälöidä paremmin käyttäjän tarpeita vastaavaksi, kun käyttäjäkohtaiset hankkeiden linjaukset on tehty. Espoon Tilakeskus haluaa olla julkisen rakentamisen edelläkävijä ja elinkaarikustannuslaskennan käyttöönotolla se osaltaan varmistaisi paikkansa siinä.

6.3 Jatkotutkimusaiheita

Espoon Tilakeskuksella on käytössä paljon vanhoja rakennuksia, joiden kohdalla joudutaan miettimään onko rakennuksen korjaaminen oikea vaihtoehto vai tuleeko edullisemmaksi rakentaa uusi. Vaihtoehtolaskelmat tehdäänkin pelkkiin investointikustannuksiin perustuen. Tilakeskuksen näkökulmasta yhtenä jatkotutkimuksen aiheena voisi olla elinkaarikustannusvertailu korjaus- ja uudisrakentamisen välillä. Vertailun tulee perustua samaan elinkaarenpituuteen ja omistajan tekemiin linjauksiin. Tämän tutkimuksen avulla saadaan tietoa, onko olemassa oleva rakennus järkevämpää korjata vai rakentaa tilalle kokonaan uusi? Saadun tutkimustiedon perusteella voidaan tehdä rakentamispäätöksiä, jotka perustuvat koko elinkaarenaikaisiin kustannuksiin pelkkien investointikustannusten sijaan.

Tässä tutkimuksessa ei rakennusinvestointeja ollut pilkottu rakennusosittain tai järjestelmittäin. Niinpä tutkimuksesta ei saatu selville, paljonko esimerkiksi kahden eri järjestelmävaihtoehdon investointikulu ja/tai taloudellinen käyttöikä vaikutti elinkaarikustannuksiin. Jatkotutkimuksena olisi hyvä tutkia hankkeiden elinkaarikustannusten muodostumista tarkemmalla tasolla, rakennusosittain ja järjestelmittäin sekä niiden vaikutusta investoinnin kannattavuuteen. Tällöin tutkimuksessa voisi paremmin huomioida järjestelmien ja rakennusosien käyttöikien kautta elinkaaren ajalle osuvat laitteistojen tai rakennusosien vaihto-/korjausajat ja -kulut.

Julkishallinnon kannalta tulisi raportointia kehittää, yhdenmukaistaa ja selkeyttää. Tulevaisuudessa tämä koskee myös elinkaarikustannuslaskennan raportointia. Raportoinnin sisältöä tulee tutkia juuri julkisen rakennuttajan näkökulmasta. Mitä raportti sisällöllisesti tuottaa päätöksentekijöille päätöksenteon pohjaksi ja miten asiat raportissa esitetään?

Tulevaisuuden kannalta olisi hyvä tutkia myös tietomallien käyttöä elinkaarikustannuslaskennassa. Tietomallien avulla suunnittelua voidaan tehdä yhä yksityiskohtaisemmin ja eri suunnittelualojen tuoma tieto samaan tietomalliin helpottaa hahmottamaan koko-

naisuutta. Tietomalleja käytetään apuna myös rakennuksen ylläpidossa, muun muassa suunniteltaessa laitteistojen huoltotoimenpiteitä. Laadukkaasti tuotettujen tietomallien avulla voidaan varmistua, että elinkaaritaloudelliset ja laadulliset tavoitteet ovat saavutettavissa.

LÄHTEET

- [1] GBC Finland (Green Building Council Finland), Elinkaarikustannusten laskenta. [Viitattu 8.7.2015] Saatavissa: <http://figbc.fi/elinkaarimittarit/laskentaohjeet/elinkaarikustannusten-laskenta/>
- [2] Pulakka S.; Heimonen I.; Junnonen J-M.; Vuolle M. Talotekniikan elinkaarikustannukset. VTT Tiedotteita - Research Notes. 2007. 58 s. + liitteet 3 s. ISBN 978-951-38-6962-5.
- [3] Hämäläinen, A. Elinkaarikustannuslaskenta rakennesuunnittelussa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan osasto. Rakennetekniikan laitos. 2005. 120 s. + liitteet 6 s.
- [4] Myyryläinen L. Kiinteistön kunnossapidon ja elinkaaren hallinta. Gummerus Kirjapaino Oy. 2003. 192 s. ISBN 951-685-095-2
- [5] Myyryläinen L. Kiinteistöjen teknisen huollon käsikirja. Gummerus Kirjapaino Oy. 2006. 306 s. ISBN 951-685-168-1
- [6] Espoon kaupunki, Tilakeskus, Tutkimuksen kohdehankkeen materiaalit:
 - Opinmäen Kampuksen hankesuunnitelma 23.4.2012. 31 s. + liitteet 21 s.
 - Opinmäen yleisen suunnittelukilpailun kilpailuohjelma 22.8.–25.11.2011. 43 s. Kirjapaino Star-Offset Oy
 - KOY Opinmäen Kampuksen 13.3.2015 päivätty talousarvio vuosille 2015-2020
 - Toteutuneet kustannukset 6/2015, Tilakeskus Talonrakennuttaminen
 - Hankkeen aikana tehdyt kustannusennusteet ja rakennusosa-arviot, teetetty puitesopimuskonsultilla
 - KOY Opinmäen Kampuksen energiankulutussimuloinnit, laadittu 29.6.2012, laatija Lassi Loisa Granlund Oy
 - KOY Opinmäen Kampuksen energiaselvitys, laadittu 30.1.2013, laatija Evgeny Nikolski Wise Group Finland Oy
 - KOY Opinmäen Kampuksen energiatodistukset päiväyksellä 31.1.2014, laatija Evgeny Nikolski Wise Group Finland Oy
 - Espoon Tilakeskuksen vesitilastot, kulutustiedot ja maksuperusteet

- [7] Espoon kaupunki. Talous 2014. 40 s. Saatavissa: www.espoo.fi/fi-FI/Espoon_kaupunki/Paatoksenteko/Talous
- [8] Espoon kaupunki, Tilakeskus. Tilakeskus-liikelaitos toiminta - ja taloussuunnitelma 2015- 2017. 10 s. Ote Espoon kaupungin talousarviosta 2015. Saatavissa: http://www.espoo.fi/fi-FI/Espoon_kaupunki/Paatoksenteko/Talous/Talousarvio
- [9] Haahtela, Y; Kiiras, J. Talonrakennuksen kustannustieto. Haahtela-Kehitys Oy. Tampere. 2015. 390 s. ISBN 978-952-5403-23-7
- [10] Invest for Excel®- ohjelmiston käyttöopas 2011 versio 3.6. 204 s. DataPartner Oy. Saatavissa: <http://www.investforexcel.com>
- [11] DataPartner Oy:n yrityksen ja ohjelmiston esittelymateriaali. Saatu sähköisesti toimitusjohtaja Jens Westerbladhilta 25.6.2015.
- [12] Asuntotiedon websivusto. [viitattu 10.7.2015] Saatavissa: <http://www.asuntotieto.com/elinkaarimallit/Aineisto/24-elinkaari.html>
- [13] Saari, A. VTT projekti. Elinkaarikustannusten laskenta (luonnos 23.8.2004). [viitattu 10.7.2015]. Saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/environ2/rem/elinkaarikustannukset.doc>
- [14] Tilastokeskuksen ja valtioneuvoston kanslian yhteinen websivusto Findikaattori. [viitattu 10.7.2015]. Saatavissa: <http://www.findikaattori.fi/fi/1>
- [15] Pitkänen, J. Asuinkerrostalojen rakentamisen ohjauksen kustannustarkasteluja. Helsingin kaupungin talous- ja suunnittelukeskus. Talous- ja suunnittelukeskuksen julkaisuja 6/2009. Helsinki. 2009. 50 s. ISBN 978-952-223-559-6
- [16] Taloussanakirja. [viitattu 16.7.2015]. Saatavissa: <http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/?termi=investointi>
- [17] Häkkinen T; Vares S; Vesikari E; Karhu V. Rakennusten elinkaaritekniikka, tuoteinformaatio käyttöikäsuunnittelun tueksi. VTT Julkaisuja - Publikationer 848, Espoo. 2001. 79 s. ISBN 951-38-5031-5
- [18] RakMk A4, Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet 2000. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2000. 7 s.
- [19] Hankintalain kokonaisuudistuksen valmisteluryhmän mietintö. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Kilpailukyky 37/2015. 648 s. ISBN 978-952-327-002-2 Saatavissa: verkkojulkaisu http://www.tem.fi/files/42893/TEMjul_37_2015_web_13052015.pdf

- [20] Saari, A. Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormitusten ohjaus rakennushankkeissa. [viitattu 29.7.2015] Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010701.pdf>
- [21] Rakennustieto Oy. RT- kortti 10- 11170 Elinkaarisuunnittelun tehtäväluettelo Elink12. 2014. 16 s.
- [22] RakMk D5, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007. 72 s.
- [23] Verohallinnon websivusto. [viitattu 30.7.2015]. Saatavissa:
http://verohallinto.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Sanasto/Perusparannus
- [24] Rakli ry. Kiinteistöliiketoiminnan sanasto, laitos 2. Helsinki 2012. ISBN 978-952-9794-33-1
- [25] Leppälä, L. Kiinteistön elinkaarihankkeen ylläpidon kustannuslaskenta. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. 2013. 33 s.
- [26] Hugin & Munin. Kiinteistösijoittaminen. Special Report 11/2012. ODIN rahastot. 14 s. [viitattu 31.7.2015] Saatavissa:
http://odin.fi/op/content/brochures/fi/Special_Report_ODIN_Kiinteistosijoittaminen.pdf
- [27] RIL 242- 2007. Elinkaaritekniikansanasto. 26 s. [viitattu 31.7.2015] Saatavissa:
<http://www.ril.fi/kirjakauppa/product/show/3/muut-julkaisut/193/ril-242-2007-elinkaaritekniikan-sanasto>
- [28] Vastamäki, V. Rakennusten teknisten arvojen määrittäminen ja hyödyntäminen Helsingin kaupungin kiinteistövirastossa. Metropolia ammattikorkeakoulu. Rakentamisen ylempi AMK- tutkinto. 2010. 107 s. + liitteet 3 s.
- [29] Rakennustieto Oy. RT- kortti 18- 10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitotaksot. 2008. 32 s.
- [30] Levänen Kari. I. Kiinteistö- ja toimitilajohtaminen. Gaudeamus Oy. Helsinki 2013. 254 s. ISBN 978-951-672-372-6
- [31] Isoniemi H. Trellum Korjausvelkaindeksi 2014. Rakennusten arvojen, korjausvelan ja perusparannustarpeen vertailu 13 kaupungissa. Trellum Consulting Oy. 2015. 98 s.

- [32] New South Wales Treasury 2004. Life Cycle Costing Guideline. Sydney Australia. [viitattu 31.7.2015] 17 s. ISBN 0-7313-3272-5. Saatavissa:
http://www.treasury.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0005/5099/life_cycle_costings.pdf
- [33] Sitra. Kiertotalous. [viitattu 17.12.2015]. Saatavissa:
<http://www.sitra.fi/ekologia/kiertotalous>
- [34] Ympäristöministeriö. Kiertotalous. [viitattu 17.12.2015]. Saatavissa:
http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Vihrea_kasvu/Kiertotalous
- [35] Ellen MacArthur Foundation. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. Report 2015. 98 s. [viitattu 17.12.2015]. Saatavissa:
http://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf

Liite 1:

KOY Opinmäki Kampus: 25 vuoden elinkaari, ilman vuosikorjauskuluja, yksi perusparannus vuonna 2034, rahoitus omalla pääomalla ja lainarahalla, jäännösarvo huomioitu

KANNATTAVUUSANALYYSI					
Projekti kuvaus		KOY Opinmäen Kampus		Euro	
Yhtiölle					
Kokonaisinvestointi, nimellisarvo		74 085 697	Diskontatut investoinnit	64 789 612	
Pääoman tuottovaatimus		2,82 %			
Tarkasteluaika		25,0	vuotta	1/2015 - 12/2039	
Laskenta-ajankohta		1/2015	(Kauden alussa)		
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo		Nimellinen	Nykyarvo	Kommentit	
± Operatiivisen kassavirran nykyarvo		70 136 088		Jäännösarvo vuonna 2039	
+ Jäännösarvon nykyarvo		27 553 385		55 276 091	
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo		97 689 473			
- Reinvestointien nykyarvo		0	0		
Nykyarvo yhteensä (PV)		97 689 473			
Investointiehdotus		Nimellinen	Nykyarvo	Nimellisessä mukana alkuinvestointi ja perusparannuskulu	
- Ehdotetut investoinnit, hyödykkeet		-74 085 697	-64 789 612		
+ Investointisubventiot		0	0		
Investointiehdotus		-74 085 697	-64 789 612		
Nettonykyarvo (NPV)		32 899 861	>= 0	->	kannattava
NPV kuukausiannuiteettina		152 413			
Sisäinen korkokanta (IRR)		6,41 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta (MIRR)		4,59 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Suhteellinen nykyarvo (PI)		1,51	>= 1	->	kannattava
Takaisinmaksuaika (Payback), vuosia		22,9	Peruste: diskontattu FCF		
Nettopääoman tuotto (RONA), %		7,0 %	Keskim. 25 vuotta		
Taloudellinen lisäarvo (EVA)		1 957 956	Keskim. 25 vuotta		
Diskontattu taloudellinen lisäarvo (DCVA)		32 911 147			
DCVA-perusteinen sisäinen korkokanta (IRRd)		6,42 %	>= 2,82 %	->	kannattava
DCVA-perusteinen modifioitu sisäinen korkokanta (MIRRd)		4,90 %	>= 2,82 %	->	kannattava
DCVA-perusteinen takaisinmaksuaika, vuosia		1,3			
Kum. diskontattu taloudellinen lisäarvo 1/2015->12/2015		-461 324			
Kum. diskontattu taloudellinen lisäarvo 1/2015->12/2016		969 471			
Laskenta-ajankohta, Payback		1/2015			
Omalle pääomalle					
Oman pääoman tuottovaatimus		5,00 %			
Diskontattu FCFE ilman jäännösarvoa		3 068 182			
+ Jäännösarvon nykyarvo omalle pääomalle		16 323 183			
- Velkajäännöskorjaus		0			
Nykyarvo omalle pääomalle (NPVe)		19 391 365	>= 0	->	kannattava
NPVe kuukausiannuiteettina		112 109			
Sisäinen korkokanta omalle pääomalle (IRRe)		11,51 %	>= 5 %	->	kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta omalle pääomalle (MIRRe)		7,89 %	>= 5 %	->	kannattava
Takaisinmaksuaika omalle pääomalle, vuosia		23,0	Peruste: diskontattu FCFE		
Laskelman on tehnyt		Sahlberg Sari		12.8.2015	
Laskelmatiedosto		E:\Diplomityöt\DI RAPORTTI\VERKOT\LASKINTA\VERKOT Ompinmäen tilittämät\Jäännösarvokehitys laskelma\Opinmäki\ver1_25 vuotta_rahoituskuulla_FCFE_jäännösarvoita_pp_kulut_12082015.xlsx			

Liite 2.

KOY Opinmäki Kampus: 50 vuoden elinkaari, ilman vuosikorjauskuluja, kaksi perusrannasta vuosina 2034 ja 2054, rahoitus omalla pääomalla ja lainarahalla, jäännösarvo huomioitu.

KANNATTAVUUSANALYYSI					
Projektikuvaus		KOY Opinmäen Kampus		Euro	
Yhtiölle					
Kokonaisinvestointi, nimellisarvo		98 815 219	Diskontatut investoinnit	72 907 367	
Pääoman tuottovaatimus		2,82 %			
Tarkasteluaika		50,0	vuotta	1/2015 - 12/2064	
Laskenta-ajankohta		1/2015	(Kauden alussa)		
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo		Nimellinen	Nykyarvo	Kommentit	
± Operatiivisen kassavirran nykyarvo			123 240 342	Jäännösarvo vuonna 2064:	
+ Jäännösarvon nykyarvo			14 428 837	58 070 567	
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo			137 669 179		
- Reinvestointien nykyarvo		0	0		
Nykyarvo yhteensä (PV)			137 669 179		
Investointiehdotus		Nimellinen	Nykyarvo		
- Ehdotetut investoinnit, hyödykkeet		-98 815 219	-72 907 367		
+ Investointisubventiot		0	0		
Investointiehdotus		-98 815 219	-72 907 367		
Nettonykyarvo (NPV)		64 761 812	>= 0	->	kannattava
NPV kuukausiannuiteettina		200 216			
Sisäinen korkokanta (IRR)		6,88 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta (MIRR)		4,21 %	>= 2,82 %	->	kannattava
Suhteellinen nykyarvo (PI)		1,89	>= 1	->	kannattava
Takaisinmaksuaika (Payback), vuosia		22,9	Peruste: diskontattu FCF		
Nettopääoman tuotto (RONA), %		8,3 %	Keskim. 50 vuotta		
Taloudellinen lisäarvo (EVA)		2 827 698	Keskim. 50 vuotta		
Diskontattu taloudellinen lisäarvo (DCVA)		64 767 005			
DCVA-perusteinen sisäinen korkokanta (IRRd)		6,90 %	>= 2,82 %	->	kannattava
DCVA-perusteinen modifioitu sisäinen korkokanta (MIRRd)		5,04 %	>= 2,82 %	->	kannattava
DCVA-perusteinen takaisinmaksuaika, vuosia		1,3			
Kum. diskontattu taloudellinen lisäarvo 1/2015->12/2015		-461 324			
Kum. diskontattu taloudellinen lisäarvo 1/2015->12/2016		969 471			
Laskenta-ajankohta, Payback		1/2015			
Omalle pääomalle					
Oman pääoman tuottovaatimus		5,00 %			
Diskontattu FCFE ilman jäännösarvoa		24 130 556			
+ Jäännösarvon nykyarvo omalle pääomalle		5 063 970			
- Velkajäännöskorjaus		0			
Nykyarvo omalle pääomalle (NPVe)		29 194 526	>= 0	->	kannattava
NPVe kuukausiannuiteettina		130 305			
Sisäinen korkokanta omalle pääomalle (IRRe)		11,10 %	>= 5 %	->	kannattava
Modifioitu sisäinen korkokanta omalle pääomalle (MIRRe)		6,76 %	>= 5 %	->	kannattava
Takaisinmaksuaika omalle pääomalle, vuosia		23,0	Peruste: diskontattu FCFE		
Laskelman on tehnyt		Sahlberg Sari		12.8.2015	
Laskelmatiedosto		E:\Diplomityö\DI RAPORTTIVERGOT\LASKENTAVERGOT\työhön liitettävät\jäännösarvokehitykset\laskelmat\Opinmäki\ver2_50 vuotta_rahoituskuulu_FCFE_jäännösarvo\gplukut_12082015.xlsx			

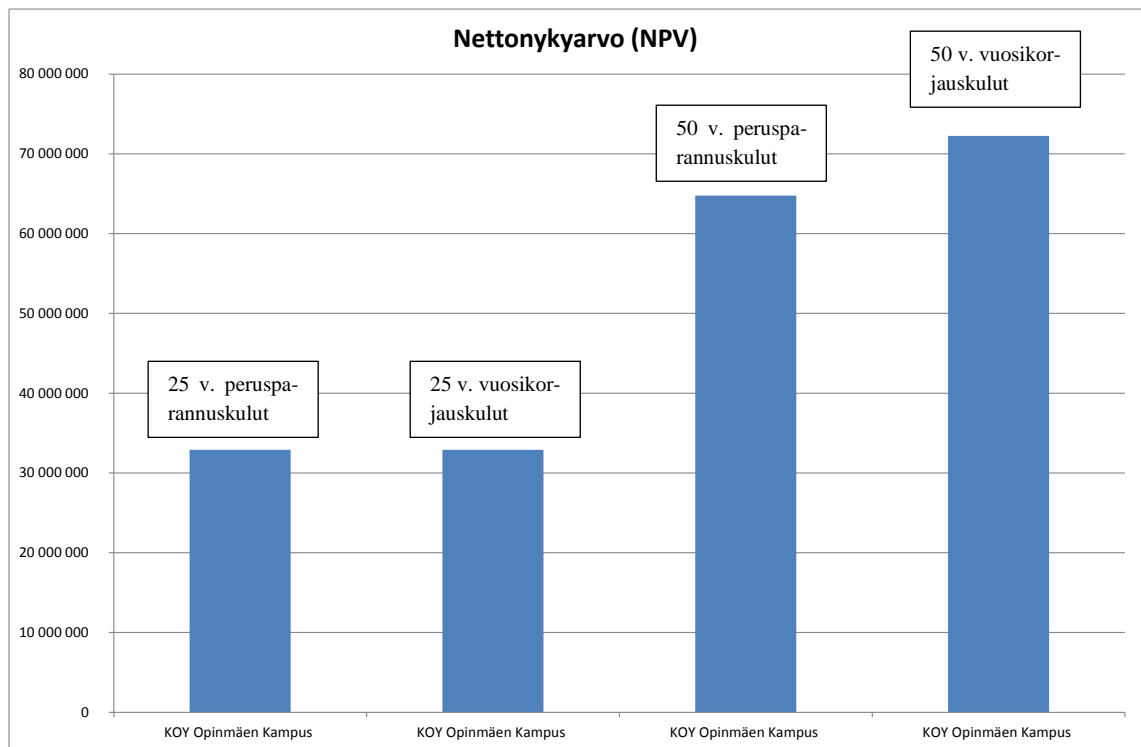
Liite 3. Kannattavuusvertailutaulukko 25 ja 50 vuoden elinkaarilaskelmista.

Kannattavuusvertailun ensimmäisessä sarakkeessa on 25 vuoden elinkaarilaskelma: ilman vuosikorjauskuluja, yksi perusparannus vuonna 2034, rahoitus omalla pääomalla ja lainarahalla, jäännösarvo huomioitu. Toisessa sarakkeessa muuten samat lähtöarvot, mutta perusparannuskulujen tilalla on huomioitu vuosikorjauskulut. Kolmas sarake 50 vuoden elinkaarilaskelma: ilman vuosikorjauskuluja, kaksi perusparannusta vuosina 2034 ja 2054, rahoitus omalla pääomalla ja lainarahalla, jäännösarvo huomioitu. Neljännessä sarakkeessa muuten samat lähtöarvot, mutta perusparannuskulujen tilalla on huomioitu vuosikorjauskulut.

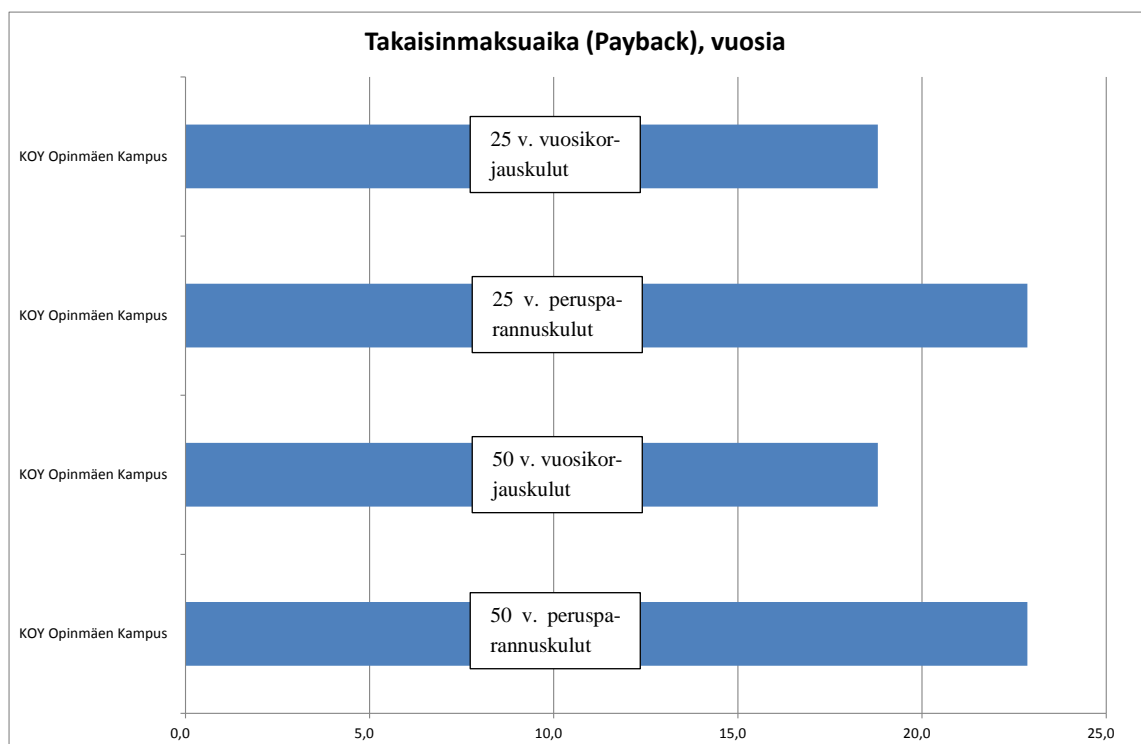
KANNATTAVUUSVERTAILU				
Luvut	Euro	Euro	Euro	Euro
Projekti kuvaus	KOY Opinmäen Kampus	KOY Opinmäen Kampus	KOY Opinmäen Kampus	KOY Opinmäen Kampus
Kokonaisinvestointi, nimellisarvo	74 085 697	52 318 000	98 815 219	52 318 000
Pääoman tuottovaatimus	2,82%	2,82%	2,82%	2,82%
Tarkasteluaika (vuotta)	25,0	25,0	50,0	50,0
Tarkasteluaika	1/2015 - 12/2039	1/2015 - 12/2039	1/2015 - 12/2064	1/2015 - 12/2064
Laskenta-ajankohta	1/2015	1/2015	1/2015	1/2015
Tarkastelujakson pituus (kk)	12	12	12	12
Operatiivisen kassavirran nykyarvo	70 136 088	67 478 364	123 240 342	118 081 836
Jäännösarvon nykyarvo	27 553 385	17 744 063	14 428 837	6 497 458
Liiketoiminnan kassavirtojen nykyarvo	97 689 473	85 222 427	137 669 179	124 579 294
Reinvestointien nykyarvo	0	0	0	0
Nykyarvo yhteensä (PV)	97 689 473	85 222 427	137 669 179	124 579 294
Ehdotetut investoinnit, hyödykkeet	-64 789 612	-52 318 000	-72 907 367	-52 318 000
Investointisubventiot	0	0	0	0
Investointiehdotus	-64 789 612	-52 318 000	-72 907 367	-52 318 000
Nettonykyarvo (NPV)	32 899 861	32 904 427	64 761 812	72 261 294
NPV kuukausiannuiteettina	152 413	152 434	200 216	223 401
Sisäinen korkokanta (IRR)	6,41 %	6,48 %	6,88 %	7,38 %
Modifioitu sisäinen korkokanta (MIRR)	4,59 %	4,85 %	4,21 %	4,62 %
Suhteellinen nykyarvo (PI)	1,51	1,63	1,89	2,38
Takaisinmaksuaika (Payback), vuosia	22,9	18,8	22,9	18,8
Laskenta-ajankohta, Payback	1/2015	1/2015	1/2015	1/2015
Nettopääoman tuotto (RONA), %	7,01 %	7,73 %	8,32 %	12,96 %
Taloudellinen lisäarvo (EVA)	1 957 956	2 010 598	2 827 698	3 303 449
Diskontattu taloudellinen lisäarvo (DCVA)	32 911 147	33 076 256	64 767 005	72 481 281
DCVA-perusteinen sisäinen korkokanta (IRRd)	6,42 %	6,52 %	6,90 %	7,42 %
DCVA-perusteinen modifioitu sisäinen korkokanta (MIRRd)	4,90 %	5,34 %	5,04 %	5,52 %
DCVA-perusteinen takaisinmaksuaika, vuosia	1,3	1,3	1,3	1,3
Oman pääoman tuottovaatimus	5	5	5	5
Diskontattu FCFE ilman jäännösarvoa	3 068 182	9 279 741	24 130 556	32 703 534
Jäännösarvon nykyarvo omalle pääomalle	16 323 183	10 511 942	5 063 970	2 280 359
Velkajäännöskorjaus	0	0	0	0
Nykyarvo omalle pääomalle (NPVe)	19 391 365	19 791 683	29 194 526	34 983 894
NPVe kuukausiannuiteettina	112 109	114 423	130 305	156 145
Sisäinen korkokanta omalle pääomalle (IRRe)	11,51 %	11,66 %	11,10 %	12,00 %
Modifioitu sisäinen korkokanta omalle pääomalle (MIRRe)	7,89 %	9,02 %	6,76 %	7,81 %
Takaisinmaksuaika omalle pääomalle, vuosia	23,0	16,4	23,0	16,4
Laskelman on tehnyt	Sahlberg Sari	Sahlberg Sari	Sahlberg Sari	Sahlberg Sari
Päivämäärä	12.8.2015	9.12.2015	12.8.2015	9.12.2015
Kommentti	25 vuotta, yksi perusparannus	25 vuotta, vuosikorjauskuluilla, ei pp	50 vuotta, kaksi perusparannusta	50 vuotta, vuosikorjauskuluilla, ei pp

Liite 4.

Kannattavuusvertailukaavio nettonykyarvon suhteen



Kannattavuusvertailukaavio takaisinmaksuajan suhteen



Liite 5.

Investointiehtoduslomake, sivu 1.

	Sahlberg Sari	12.8.2015	
Osasto	Laatija	Päiväys	
KOY Opinmäen Kampus			
Investoinnin kohde	Investointinumero	Hankkeen nimi ja n:o	
INVESTOINNIN KUVAUS			
TOTEUTUSAIKA:		Investointiaika tilauksesta käyttöönottoon (kk)	
ALOITUSAIKA:		Hankkeen aloitusaika kk/vuosi	
VALMISTUMISAIKA:		Valmistumisaika kk/vuosi	
KÄYNTIINLÄHTÖAIKA:		Käyttöönotto kk/vuosi	
INVESTOINTIMÄÄRÄ:	74 085 697 Euro		
INVESTOINNIN KANNATTAVUUS JA PERUSTEET			
INVESTOINNIN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET			
Projektin vastuuhenkilö:		Vetäjä:	
INVESTOINTI ON KÄSITELTY/ VALMISTELTU (PVM. + HLÖ)			
Pvm	Nimikirj.	Pvm	Nimikirj.
	TYÖNTEKIJÄT		KUNNOSSAPITO
	TEKNISET		TUOTANTO
	TOIMIHENKILÖT		MATERIAALIHALLINTO
	HENKILÖSTÖHALLINTO		LAATUORGANISAATIO
	TYÖSUOJELUORGANISAATIO		

Liite 5.

Investointiehdotuslomake, sivu 2.

Sahlberg Sari		12.8.2015																						
Osasto	Laatija	Päiväys																						
KOY Opinmäen Kampus																								
Investoinnin kohde	Investointinnumero	Hankkeen nimi ja n:o																						
INVESTOINTILUOKKA																								
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">SOPIMUS JA PÄÄTÖKSENTEKO</td> <td style="width: 50%;">Investointiehdotus voimassa (saakka)</td> </tr> <tr> <td>Sitovat tarjoukset kattavat, %</td> <td>Invest. liittyvät tarj. voimassa (saakka)</td> </tr> <tr> <td>Arvioitu projektin kesto, kuukautta</td> <td>Arvioitu käyntiinlähäaika</td> </tr> <tr> <td>Henkilökuntamuunnos (+/-)</td> <td>Käyntiinlähä päätöksenteon jälkeen kk</td> </tr> <tr> <td>Ympäristönsuojelun osuus (%)</td> <td>Täysi tuotanto/tuotto käyntiinlähästä kk</td> </tr> </table>			SOPIMUS JA PÄÄTÖKSENTEKO	Investointiehdotus voimassa (saakka)	Sitovat tarjoukset kattavat, %	Invest. liittyvät tarj. voimassa (saakka)	Arvioitu projektin kesto, kuukautta	Arvioitu käyntiinlähäaika	Henkilökuntamuunnos (+/-)	Käyntiinlähä päätöksenteon jälkeen kk	Ympäristönsuojelun osuus (%)	Täysi tuotanto/tuotto käyntiinlähästä kk												
SOPIMUS JA PÄÄTÖKSENTEKO	Investointiehdotus voimassa (saakka)																							
Sitovat tarjoukset kattavat, %	Invest. liittyvät tarj. voimassa (saakka)																							
Arvioitu projektin kesto, kuukautta	Arvioitu käyntiinlähäaika																							
Henkilökuntamuunnos (+/-)	Käyntiinlähä päätöksenteon jälkeen kk																							
Ympäristönsuojelun osuus (%)	Täysi tuotanto/tuotto käyntiinlähästä kk																							
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">KUSTANNUSARVIO</td> <td style="width: 50%;">KANNATTAVUUS</td> </tr> <tr> <td>Ehdotetut investoinnit</td> <td>Laskentakorko, %</td> </tr> <tr> <td>Nettokäyttöpääoma</td> <td>Keskimääräinen liikevoitto ennen poistoja</td> </tr> <tr> <td>Rakennusajan korot</td> <td>Sisäinen korkokanta (IRR), %</td> </tr> <tr> <td>Katemenetys</td> <td>Nettonykyarvo ilman jäännösarvoa</td> </tr> <tr> <td>Pääomantarve</td> <td>Nettonykyarvo jäännösarvolla</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Takaisinmaksuaika, vuotta</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Taloudellinen pitoaika</td> </tr> </table>			KUSTANNUSARVIO	KANNATTAVUUS	Ehdotetut investoinnit	Laskentakorko, %	Nettokäyttöpääoma	Keskimääräinen liikevoitto ennen poistoja	Rakennusajan korot	Sisäinen korkokanta (IRR), %	Katemenetys	Nettonykyarvo ilman jäännösarvoa	Pääomantarve	Nettonykyarvo jäännösarvolla		Takaisinmaksuaika, vuotta		Taloudellinen pitoaika						
KUSTANNUSARVIO	KANNATTAVUUS																							
Ehdotetut investoinnit	Laskentakorko, %																							
Nettokäyttöpääoma	Keskimääräinen liikevoitto ennen poistoja																							
Rakennusajan korot	Sisäinen korkokanta (IRR), %																							
Katemenetys	Nettonykyarvo ilman jäännösarvoa																							
Pääomantarve	Nettonykyarvo jäännösarvolla																							
	Takaisinmaksuaika, vuotta																							
	Taloudellinen pitoaika																							
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">HERKKYYSANALYYSI</td> <td style="width: 50%;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th style="width: 10%;">-10 %</th> <th style="width: 10%;">IRR</th> <th style="width: 10%;">+10 %</th> <th style="width: 10%;">IRR</th> </tr> <tr> <td></td> <td>Suunn.arvo</td> <td>epäedull.</td> <td>edullisempi</td> <td>IRR</td> </tr> <tr> <td>Investoinnin hankintameno</td> <td>74 085 697</td> <td>81 494 267</td> <td>66 677 127</td> <td>7,4 %</td> </tr> <tr> <td>EBITDA</td> <td>4 063 076</td> <td>3 656 769</td> <td>4 469 384</td> <td>7,1 %</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>			HERKKYYSANALYYSI	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th style="width: 10%;">-10 %</th> <th style="width: 10%;">IRR</th> <th style="width: 10%;">+10 %</th> <th style="width: 10%;">IRR</th> </tr> <tr> <td></td> <td>Suunn.arvo</td> <td>epäedull.</td> <td>edullisempi</td> <td>IRR</td> </tr> <tr> <td>Investoinnin hankintameno</td> <td>74 085 697</td> <td>81 494 267</td> <td>66 677 127</td> <td>7,4 %</td> </tr> <tr> <td>EBITDA</td> <td>4 063 076</td> <td>3 656 769</td> <td>4 469 384</td> <td>7,1 %</td> </tr> </table>		-10 %	IRR	+10 %	IRR		Suunn.arvo	epäedull.	edullisempi	IRR	Investoinnin hankintameno	74 085 697	81 494 267	66 677 127	7,4 %	EBITDA	4 063 076	3 656 769	4 469 384	7,1 %
HERKKYYSANALYYSI	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th style="width: 10%;">-10 %</th> <th style="width: 10%;">IRR</th> <th style="width: 10%;">+10 %</th> <th style="width: 10%;">IRR</th> </tr> <tr> <td></td> <td>Suunn.arvo</td> <td>epäedull.</td> <td>edullisempi</td> <td>IRR</td> </tr> <tr> <td>Investoinnin hankintameno</td> <td>74 085 697</td> <td>81 494 267</td> <td>66 677 127</td> <td>7,4 %</td> </tr> <tr> <td>EBITDA</td> <td>4 063 076</td> <td>3 656 769</td> <td>4 469 384</td> <td>7,1 %</td> </tr> </table>		-10 %	IRR	+10 %	IRR		Suunn.arvo	epäedull.	edullisempi	IRR	Investoinnin hankintameno	74 085 697	81 494 267	66 677 127	7,4 %	EBITDA	4 063 076	3 656 769	4 469 384	7,1 %			
	-10 %	IRR	+10 %	IRR																				
	Suunn.arvo	epäedull.	edullisempi	IRR																				
Investoinnin hankintameno	74 085 697	81 494 267	66 677 127	7,4 %																				
EBITDA	4 063 076	3 656 769	4 469 384	7,1 %																				
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">KRIITTINEN PISTE (KRP)</td> <td style="width: 50%;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th style="width: 10%;">Kriittinen piste</th> <th style="width: 10%;">Varmuusmarg.</th> <th style="width: 10%;">Varm.marg.%</th> </tr> <tr> <td>Investoinnin hankintameno</td> <td>123 468 163</td> <td>49 382 466</td> <td>66,7 %</td> </tr> <tr> <td>EBITDA</td> <td>2 149 938</td> <td>1 913 139</td> <td>47,1 %</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>			KRIITTINEN PISTE (KRP)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th style="width: 10%;">Kriittinen piste</th> <th style="width: 10%;">Varmuusmarg.</th> <th style="width: 10%;">Varm.marg.%</th> </tr> <tr> <td>Investoinnin hankintameno</td> <td>123 468 163</td> <td>49 382 466</td> <td>66,7 %</td> </tr> <tr> <td>EBITDA</td> <td>2 149 938</td> <td>1 913 139</td> <td>47,1 %</td> </tr> </table>		Kriittinen piste	Varmuusmarg.	Varm.marg.%	Investoinnin hankintameno	123 468 163	49 382 466	66,7 %	EBITDA	2 149 938	1 913 139	47,1 %								
KRIITTINEN PISTE (KRP)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th style="width: 10%;">Kriittinen piste</th> <th style="width: 10%;">Varmuusmarg.</th> <th style="width: 10%;">Varm.marg.%</th> </tr> <tr> <td>Investoinnin hankintameno</td> <td>123 468 163</td> <td>49 382 466</td> <td>66,7 %</td> </tr> <tr> <td>EBITDA</td> <td>2 149 938</td> <td>1 913 139</td> <td>47,1 %</td> </tr> </table>		Kriittinen piste	Varmuusmarg.	Varm.marg.%	Investoinnin hankintameno	123 468 163	49 382 466	66,7 %	EBITDA	2 149 938	1 913 139	47,1 %											
	Kriittinen piste	Varmuusmarg.	Varm.marg.%																					
Investoinnin hankintameno	123 468 163	49 382 466	66,7 %																					
EBITDA	2 149 938	1 913 139	47,1 %																					
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">PROJEKTIN VASTUUHENKILÖ</td> <td style="width: 40%;">HYVÄKSYMISTASO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Päiväys</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Allekirjoitus</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>			PROJEKTIN VASTUUHENKILÖ	HYVÄKSYMISTASO				Päiväys				Allekirjoitus												
PROJEKTIN VASTUUHENKILÖ	HYVÄKSYMISTASO																							
	Päiväys																							
	Allekirjoitus																							
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">PUOLTAJAT</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Päiväys</td> <td>Allekirjoitus</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>			PUOLTAJAT		Päiväys	Allekirjoitus																		
PUOLTAJAT																								
Päiväys	Allekirjoitus																							